

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DE CONCRETO
ARMADO DE 04 NIVELES EMPLEANDO LA NORMA
TÉCNICA E.030 DE DISEÑO SISMORRESISTENTE
UBICADO EN LA URBANIZACIÓN LAS FLORES, JAÉN –
2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores: Bach. Jhorlyn Emerson Merino Campoverde

Bach. Luis Adrian Meza Bure

Asesor: Mg. Ing. José Luis Piedra Tineo

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2022





FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de noviembre del año 2022, siendo las 08:40 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca.

Vocal : Mg. Walter Linder Cabrera Torres

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

() Trabajo de Investigación

(**X**) **Tesis**

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE 04 NIVELES EMPLEANDO LA NORMA TÉCNICA E.030 DE DISEÑO SISMORRESISTENTE UBICADO EN LA URBANIZACIÓN LAS FLORES, JAÉN – 2021 DE JAÉN, 2021**", presentado por los bachilleres **Jhorlyn Emerson Merino Campoverde** y **Luis Adrian Meza Bure**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) **Aprobar** () Desaprobar (**X**) **Unanimidad** () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 9:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Presidente

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario

Mg. Walter Linder Cabrera Torres
Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE.....	II
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Pregunta de Investigación	2
1.3. Justificación	2
1.4. Hipótesis	3
1.5. Antecedentes	4
1.6. Bases teóricas.....	10
II. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos	17
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
3.1. Ubicación del proyecto	18
3.2. Población, muestra y muestreo	20
3.3. Tipo de investigación.....	20
3.4. Método	21
3.5. Técnicas	21
3.6. Instrumentos.....	21
3.7. Procedimiento	22
IV. RESULTADOS	27
4.1. Oe 01: Identificación de elementos que componen el sistema estructural del edificio.....	27
4.2. Oe 02: Verificación de los criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente	29
4.3. Oe 03: Desplazamientos de entrepiso según la norma E.030 “diseño sismorresistente	35
4.4. Oe 04: Medidas para mitigar el impacto en la estructura	46
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
6.1. Conclusiones	75
6.2. Recomendaciones	76
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

DEDICATORIA	83
AGRADECIMIENTO	84
ANEXOS	85



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comportamiento de estructuras S (diseñadas sísmicamente y N (no diseñadas sísmicamente)	10
Tabla 2. Peralte o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones	13
Tabla 3. Factor para Predimensionamiento de vigas principales.....	14
Tabla 4. Factores para el predimensionamiento de columnas	15
Tabla 5. Ruta del Proyecto.....	19
Tabla 6. Cargas muertas para viguetas x ml (losa 1, 2, 3, 4).....	24
Tabla 7. Cargas vivas para viguetas x ml (losa 1, 2, 3, 4)	24
Tabla 8. Cargas muertas para vigas esquineras x ml (losa 1, 2, 3).....	25
Tabla 9. Cargas muertas para vigas esquineras x ml (losa 4).....	25
Tabla 10. Cuadro resumen de metrado de cargas x losa.....	26
Tabla 11. Cuadro de columnas del Edificio construido.....	277
Tabla 12. Cuadro de vigas del Edificio construido.....	28
Tabla 13. Elementos de la losa aligerada del Edificio construido	28
Tabla 14. Factor de zona “Z”	29
Tabla 15. Factor de uso o importancia “U”	30
Tabla 16. Factor de suelo “S”	30
Tabla 17. Factor de sitio “TP” y “TL”	311
Tabla 18. Sistemas estructurales	322
Tabla 19. Valores de espectro del Edificio construido	333
Tabla 20. Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio Construido.....	355
Tabla 21. Cuadro de variaciones del Edificio Construido	36
Tabla 22. Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio Construido.....	366
Tabla 23. Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio Construido.....	37
Tabla 24. Irregularidad torsional en la dirección X-X.....	468
Tabla 25. Irregularidad torsional en la dirección Y-Y	46
Tabla 26. Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X.....	40
Tabla 27. Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y	41
Tabla 28. Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección X-X.....	42
Tabla 29. Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección Y-Y	42
Tabla 30. Irregularidad de extrema rigidez dirección X-X.....	43

Tabla 31. Irregularidad de extrema rigidez dirección Y-Y.....	43
Tabla 32. Irregularidad de resistencia piso débil dirección X-X	44
Tabla 33. Irregularidad de resistencia piso débil dirección Y-Y	44
Tabla 34. Irregularidad extrema de resistencia dirección X-X.....	45
Tabla 35. Irregularidad extrema de resistencia dirección Y-Y.....	45
Tabla 36. Cuadro de columnas predimensionadas para el Edificio - Propuesta 1.....	46
Tabla 37. Cuadro de vigas predimensionadas para el Edificio - Propuesta 1.....	47
Tabla 38. Elementos de losa aligerada predimensionada para el edificio-Propuesta 1	477
Tabla 39. Valores de espectro del Edificio - propuesta 1	499
Tabla 40. Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio - Propuesta 1	51
Tabla 41. Cuadro de variaciones del Edificio - propuesta 1	52
Tabla 42. Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio - propuesta 1.....	52
Tabla 43. Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio - propuesta 1.....	53
Tabla 44. Cuadro de columnas existentes del edificio - Propuesta 2	54
Tabla 45. Cuadro de placas proyectadas del Edificio- Propuesta 2.....	54
Tabla 46. Cuadro de vigas existentes del edificio - Propuesta 2	55
Tabla 47. Elementos de la losa aligerada del Edificio Propuesta 2	56
Tabla 48. Valores de espectro del Edificio- Propuesta 2.....	577
Tabla 49. Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio - Propuesta 2	599
Tabla 50. Cuadro de variaciones del Edificio - Propuesta 2.....	60
Tabla 51. Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio - Propuesta 2.....	60
Tabla 52. Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio - Propuesta 2.....	61
Tabla 53. Irregularidad torsional en la dirección X-X.....	62
Tabla 54. Irregularidad torsional en la dirección Y-Y.....	63
Tabla 55. Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X.....	64
Tabla 56. Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y	65
Tabla 57. Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección X-X.....	66
Tabla 58. Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección Y-Y	66
Tabla 59. Irregularidad de extrema rigidez dirección X-X.....	67
Tabla 60. Irregularidad de extrema rigidez dirección Y-Y.....	67
Tabla 61. Irregularidad de resistencia piso débil dirección X-X	68
Tabla 62. Irregularidad de resistencia piso débil dirección Y-Y	68
Tabla 63. Irregularidad extrema de resistencia dirección X-X.....	69

Tabla 64. Irregularidad extrema de resistencia dirección Y-Y 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto.....	18
Figura 2. Plano de Localización, Ubicación y Perimétrico del Edificio “Las Flores	19
Figura 3. Edificio “Las Flores” – Vista Lateral	22
Figura 4. Edificio “Las Flores” – Vista Frontal.....	23
Figura 5. Losa Aligerada	29
Figura 6. Gráfico del Factor de amplificación “C” del Edificio construido	34
Figura 7. Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio construido	34
Figura 8. Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio Construido	35
Figura 9. Losa Aligerada	48
Figura 10. Gráfico del Factor de amplificación “C” del Edificio - propuesta 1	50
Figura 11. Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio - propuesta 1	50
Figura 12. Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio Construido	51
Figura 13. Gráfico del factor de amplificación “C” del Edificio - Propuesta 2.....	588
Figura 14. Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio - Propuesta 2.....	588
Figura 15. Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio – Propuesta 2	599

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la norma técnica e.030 de diseño sismorresistente ubicado en la urbanización las Flores, Jaén – 2021. La metodología usada consistió en la adquisición de información insitu de la vivienda, seguido de la modelación estructural del sistema aporticado en el software SAP 2000, para luego interpretar, comparar resultados y finalmente proponer medidas mitigantes. Se tuvo como resultados que el sistema aporticado evaluado llego a exceder el valor límite de las derivas (<0.007), de la normativa vigente; es por ello que se realizó propuestas para mejorar el impacto del sismo en la edificación, la cual se tuvo la propuesta 01 que se modelo en base a su predimensionamiento, cuyos resultados fueron similares que la edificación evaluada y la propuesta 02 que se modelo con un sistema dual, que comprendió Pórticos y placas ubicados estratégicamente en diferentes ejes X e Y, aumentando la rigidez de la estructura, para lo cual la estructura paso a cumplir con las derivas requeridas. Concluyó que el edificio al no cumplir con los parámetros que determina la normativa, se debe reforzar a fin de reducir los desplazamientos laterales.

Palabras clave: Comportamiento Sismorresistente, Norma E.30 Diseño Sismorresistente, Derivas, Sistema Aporticado, Sistema Dual, Rigidez.

ABSTRACT

The main objective of the research was to evaluate the earthquake-resistant behavior of a 04-level reinforced concrete building using the e.030 technical standard for earthquake-resistant design located in the Las Flores urbanization, Jaén - 2021. The methodology used consisted of the acquisition of on-site information of housing, followed by modeling the framed system structure in SAP 2000 software, to then interpret, compare results and finally propose mitigating measures. The results were that the framed system evaluated exceeded the drift limit value (<0.007), of the current regulations; That is why proposals were made to improve the impact of the earthquake on the building, which had proposal 01 that was modeled based on its pre-sizing, whose results were the same as the evaluated building and proposal 02 that was modeled with a dual system, which included frames and plates strategically located in different X and Y axes, increasing the rigidity of the structure, for which the structure began to comply with the required drifts. It concluded that the building, since it does not comply with the parameters determined by the regulations, must be reinforced in order to reduce lateral displacements.

Keywords: Seismic Behavior, Standard E.30 Seismic Design, Drifts, Framed System, Dual System, Stiffness.



I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional hacer referencia al comportamiento sismorresistente de las viviendas, es referirse a las diversas deficiencias que presentan la gran mayoría de estructuras para responder a las diferentes sollicitaciones sísmicas que se puedan dar, y que como consecuencia traerían muerte y destrucción a su paso, en los diversos países del mundo (Hernández, 2021). Solo en México el 7 y 19 de septiembre de 2017 varios sismos azotaron el centro de la ciudad, dejando gran cantidad de daños materiales y vidas humanas, siendo la principal causa, la decadente respuesta estructural que presentaron las diversas viviendas (Capraro, Ortiz Y Valencia, 2018). Por otro lado, el 15 de marzo de 1657 en Chile se da uno de los sismos más catastróficos al largo de su historia, destruyendo más del 90% de las viviendas de la ciudad de Santiago y otras aledañas, con un total de miles de millones en pérdidas económicas y vidas humanas, donde una de principales causas fue la inadecuada respuesta sismorresistente de las viviendas, y que sigue siendo puesto que, el 27 de febrero de 2010 se dio otro terremoto que dejó daños materiales significativos y pérdidas de vidas humanas (Stewart, 2021).

Hablar del comportamiento de las viviendas ante terremotos en el ámbito nacional, es hacerse la idea la gran catástrofe que tendría el país nunca antes vista a lo largo de su historia, de los billonarios daños materiales e irreparables en que sufrirían las viviendas y de muertes por doquier, llevando al país a la miseria y pobreza que tardaría décadas en recuperarse (Huaman, 2021). A lo largo de la historia en el Perú se ha demostrado que los sismos han dejado grandes daños materiales y muerte, como el ocurrido el 15 de agosto de 2007 en del departamento de Ica – Pisco, que tuvo como resultado destrucción de infraestructura educativa, hospitalaria y viviendas familiares, donde 5 de cada 10 viviendas eran irreparables, y que mencionar el factor vida, con un saldo de centenares de muertes a causa del colapso de las estructuras (Pérez y Neyra 2021).

A nivel del departamento de Cajamarca la problemática descrita referente al comportamiento sismorresistente de las viviendas no es ajena, puesto existen diversas estructuras que han sido construidas empíricamente y se siguen construyéndose de la misma manera, donde cuyo avance se da junto al crecimiento poblacional que se viene



presentándose en la ciudad (Mosqueira, 2012). Existen estudios evaluativos que han determinado que las viviendas de la ciudad de Cajamarca son tan vulnerables que, en caso de un terremoto de magnitud entre 5 y 6 en la escala de Richter, estos quedarían destruidas en su totalidad, y hablar de magnitudes superiores los desenlaces se dejan a la imaginación de los habitantes. Asimismo, se tiene a la ciudad de Jaén cuya problemática no difiere con lo descrito para la ciudad de Cajamarca Chávez (2018).

Es por ello que a causa de la carente respuesta que tienen las viviendas ante las solicitaciones sísmicas, se tiene la susceptibilidad que las e edificaciones colapsen ante eventos sísmicos de regular magnitud, donde cuyo efecto seria pérdidas de vidas humanas y económicas (Álvarez y Peña, 2020), frente a ello, el propósito de este trabajo de investigación es evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de cuatro niveles empleando la norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, y poder evaluarlo mediante un análisis sísmico detallado del desempeño de la estructura, con el fin de evitar daños futuros. Con el análisis del edificio se podrá tener un alcance de la calidad de las estructuras construidas en la provincia de Jaén, logrando así tener una perspectiva más generalizada del riesgo que conlleva la informalidad en el sector construcción.

1.2. Pregunta de Investigación

¿Cuál será la evaluación Sismorresistente de un Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente Ubicado en la Urbanización Las Flores, Jaén – 2021?

1.3. Justificación

La presente investigación es necesaria e imprescindible, porque existe la necesidad de saber en qué condiciones están las viviendas, verificando su desempeño ante un sismo y su factor de seguridad de diseño, siendo necesario debido a que muchas de las estructuras actualmente han sido y siguen realizando de manera empírica, sin ningún estudio, diseño o controles en el proceso de construcción por parte de profesionales. Los resultados obtenidos será información muy útil para determinar el estado actual de la

vivienda y poder tomar acciones o recomendar medidas para mitigar su vulnerabilidad, para así asegurar el bienestar de sus habitantes y de la estructura.

Socialmente la investigación presenta se enfoca en proteger la vida de las personas o habitantes de las diferentes viviendas, puesto que al evaluar la condición actual se la vivienda se dará propuestas de reforzamiento para la estructura.

En el aspecto económico, se direcciona en dar información de propuestas de reforzamiento para asegurar la estructura y esta pueda responder de manera óptima ante un evento sísmico, puesto que es más caro construir o reconstruir que realizar un reforzamiento anticipado de la estructura.

Ambientalmente el estudio radica, en la prevención del colapso de la vivienda, lo cual se evitaría la generación de grandes cantidades de residuos de concreto, y con ello emisiones de gases y polvo a su paso.

1.4. Hipótesis

Al realizar la evaluación del comportamiento sismorresistente del Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles empleando la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” se determinó que los desplazamientos laterales no exceden el mínimo aceptable (0.007).

1.5. Antecedentes

1.5.1. A nivel Internacional

Afirma Cabrera (2022) en su investigación, “Evaluación sismo resistente de una vivienda de dos plantas de hormigón armado ubicada en la ciudad de Santa Rosa”. Tuvo como objetivo evaluar estructuralmente una vivienda de dos pisos de hormigón armado, mediante el programa Etabs. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo que el periodo de vibración de la estructura cumplió con lo estipulado en la norma NEC-SE-DS y que la cortante basal fue de 90.18%, dando cumplimiento a la norma, por otro lado que la vivienda se encontró afectada por torsión y las derivas de piso cumplieron tanto en la dirección X y en Y, no sobrepasando el 2%. Concluyó que la vivienda cumple con la gran mayoría de parámetros de diseño sismorresistente menos la torsión.

Según Flores (2021) en su artículo, “Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático No lineal Pushover: Estudio de caso”. Tuvo como objetivo evaluar el desempeño sismorresistente una edificación sin previo calculo estructural mediante el Análisis Estático No lineal Pushover. La metodología usada fue aplicada, cualitativa y no experimental. Entre sus resultados tuvo que al analizar la estructura mediante el análisis estático no lineal Pushover, en la dirección X y dirección Y el rango elástico cumplió con la normativa, asimismo que los resultados evaluativos en la estructura con los demás sismos fueron positivos. Concluyó que los resultados aportaron base de datos importantes para propuestas de futuras construcciones, así como demostrar la resistencia que tienen las estructuras y si están a la altura de poder resistir un sismo de moderada magnitud.

Cobo (2021) en su investigación, “Estudio sismorresistente de viviendas unifamiliares sometidas a terremotos de campo cercano”. Tuvo como objetivo analizar el comportamiento sismorresistente de viviendas unifamiliares ante un sismo, según la norma NCS-02. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Tuvo entre resultados que tanto para el empuje incremental en X e Y se observó un mecanismo de planta débil en la propia planta baja, por otro lado que al aplicar una serie de sismos el modelo permanece en régimen elástico, por lo que la estructura permanece en su rango



límite inferior. Concluyó que más del 80% de las viviendas evaluadas ante un sismo de moderada magnitud quedarían completamente destruidas, y para mitigar el impacto las viviendas deber reforzarse con placas para mejorar su rigidez.

De acuerdo con Romero (2020) en su investigación, “Evaluación Sismorresistente de una Vivienda de Dos Plantas Construidas con Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada (Caso Pórticos Resistente a Momento)”. Tuvo como objetivo realizar una evaluación sismorresistente de una vivienda de dos plantas mediante la utilización de un software de análisis estructural. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo un periodo de vibración de la estructura de 0.39 seg, cumpliendo con lo establecido en las normas NEC, asimismo obtuvo los máximos desplazamientos en el sismo en X con 9.54 mm en la planta alta y 17.84 mm en la losa de cubierta. Concluyó que mediante la evaluación estructural realizada se logró comprobar que la vivienda escogida para la evaluación no cumple con las secciones mínimas estipuladas en la normativa produciendo problemas en cuanto a la demanda capacidad de las columnas, proponiendo la rehabilitación de la estructura que se basa en el reforzamiento estructural por medio de fibras de carbono con el fin de aumentar la resistencia a compresión de las columnas y así mejorar su comportamiento estructural frente a eventos sísmicos.

Según Ledesma y Martínez (2018) en su investigación “Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—caso de estudio localidades de: bosa, ciudad Bolívar, San Cristóbal y USME”. Tuvo como objetivo evaluar el desempeño estructural de las viviendas de vulnerabilidad alta, que puedan ser afectadas por un sismo. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados se tuvo que mediante los valores de desempeño y la formación de rótulas plásticas a medida que incrementan los ciclos de carga, se determinó que, una vez excedido el rango elástico, la estructura dio inicio a la degradación, lo que significa que los elementos estructurales pierden resistencia. Concluyo que es vital que las estructuras que presenten rótulas plásticas deben ser intervenidas mediante un sistema de reforzamiento.

1.5.2. A nivel Nacional

Según Reyes y Carranza (2021) en su investigación, “Análisis sísmico del nuevo proyecto de la Institución Educativa 81583 la Merced, Distrito de Laredo – Trujillo – La Libertad”. Tuvo como objetivo determinar el análisis sísmico del nuevo proyecto de la Institución Educativa 81583 la Merced y verificar el cumplimiento de los parámetros con la norma E.030 en la localidad de Laredo 2021. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo deductivo y no experimental descriptivo. Entre sus resultados se tuvo que para los módulos 1,2,3,5 las derivas máximas para el análisis estático fueron en el eje X con 0.001723 y en el eje Y de 0.000857, y para el análisis tiempo historia tenemos las derivas en el eje X con 0.000343 y eje Y con 0.000126; siendo similar para el módulo 4 en el eje X con 0.001795 y en el eje Y con 0.001 y para en análisis tiempo historia en el eje X con 0.000464 y eje Y con 0.0000151, donde también el módulo 6 tiene derivas máximas para el análisis estático siendo en el eje X con 0.0017 y en el eje Y con 0.000991 y para el tiempo historia en el eje X con 0.00053 y eje Y con 0.000115, también se tiene en el módulo 7 las derivas máximas del análisis estático en el eje X es 0.002154 y eje Y es 0.000871 y en el tiempo historia en el eje X con 0.002154 y en el eje Y con 0.000127, donde las derivas para todos los módulos no sobrepasan las derivas según las Norma. Concluyó que la edificación cumple con las derivas de la norma no sobrepasando el 0.007.

Portilla (2019) en su investigación, “Diseño estructural de un edificio de concreto armado en Surco”. Tuvo como objetivo evaluar el diseño estructural de un edificio de concreto armado. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo deductivo y no experimental descriptivo. Entre sus resultados se tuvo que la estructura cumple con el límite de rigidez lateral según la norma E.030, donde para la dirección X-X tuvo una deriva de 0.62% y para la dirección Y-Y una deriva 0.81%, por otro lado, se determinó que la estructura no presento irregularidad torsional y que en ninguna columna el acero excedió el 4% recomendable, asimismo que la cuantía máxima colocada fue en el primer piso con 2.6%. Concluyó que el edificio cumple con los parámetros que requiere la normativa vigente.

Según Mucha (2019) en su investigación, “Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.0.30, anterior y la



actual vigente”. Tuvo por objetivo evaluar y comparar el comportamiento sísmico de un centro educativo empleando las Normas Técnicas E.030 anterior y la actual vigente. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo deductivo y no experimental. Tuvo como resultados que al realizar el modelamiento con ambas normativas (actual y antigua) los desplazamientos máximos relativos tuvieron una reducción del 17%, tanto para el análisis estático y el dinámico, y que las derivas máximas en el eje X-X e YY fueron menores a 0.005. Concluyó que la norma actual es más conservadora para evaluar una estructura, a diferencia de la norma antigua.

Según Guerrero y Rivera (2019) en su investigación, “Evaluación del comportamiento sismorresistente usando Etabs de un edificio de 4 niveles, San Marcos, Huari, 2018”. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sismorresistente usando el programa ETABS V16.1.2 de un edificio de 4 niveles. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo deductivo y no experimental descriptivo. Tuvo entre sus resultados que en las edificaciones de albañilería la distorsión máxima en el sentido X no cumple con la distorsión de 0.005 en todos los niveles y que la distorsión máxima en el sentido Y cumple en todos sus niveles. Concluyó que para la estructura responda de manera satisfactoria se tendrá que hacer cambios estructurales de la rigidez con el fin de cumplir en la distorsión de acuerdo a la norma E.030.

Según Pineda y Ponce (2019) en su investigación, “Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo”. Tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo, 2021. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo para la norma E030-2013 y la 2019 la reducción mínima entre las derivas en la dirección X-X coincidieron y tuvieron un valor máximo en el quinto piso con un valor de 0.007, siendo lo contrario en la dirección Y-Y tuvieron un valor máximo de 0.0031 y 0.0028 en el tercero; por otro lado, para el análisis dinámico se aprecia una reducción de las fuerzas cortantes de diseño en la norma E030-2003 en relación a la norma E-030-2019, tomando valores en la dirección X-X $v = 149.89$ y Y-Y $v = 129.88$ Tn , Tn y dirección X-X $v = 147.73$ Tn y Y-Y $v = 128.00$ Tn respectivamente y para el análisis estático las fuerzas cortantes de diseño son las



mismas en las dos direcciones con un valor de $v= 191.97$ Tn. Concluyó que la actual norma es más conservadora en cuanto al diseño sismorresistente de una edificación.

1.5.3. A nivel Regional y/o Local

Mamani (2021) en su investigación, “Evaluación Sismo resistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del Distrito Baños del Inca, Cajamarca, 2021”. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sismorresistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del Distrito Baños del Inca. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo que las derivas en el eje X tuvo un valor de 0.013 y para el eje Y de 0.000726, cumpliendo solo para el eje Y, asimismo se tuvo un desplazamiento máximo de 7.78cm y referente a la fuerza cortante se tuvo en la dirección X de 70.61tn y la dirección Y de 168.94tn. Concluyó que, al no cumplir con algunos parámetros según la normativa, de debe reforzar el pabellón en las en el eje X.

De acuerdo con Altamirano (2021) en su investigación, “Desempeño sismorresistente del pabellón “D” de educación secundaria de la institución educativa de San Ramón – Cajamarca”. Tuvo como objetivo determinar el desempeño sismorresistente del pabellón D de educación secundaria de la institución educativa de San Ramón. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados tuvo las derivas fueron de 0.852% y 0.830% respectivamente en las direcciones X e Y, sobrepasando los limite permisibles de la normativa nacional de diseño sismorresistente E. 0.30. Concluyó que, para sismos frecuentes y ocasionales, la edificación presentará daños leves y moderados.

Afirma Calderón y Rodríguez (2020) en su investigación, “Diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, utilizando estructuras aporticadas y placas de concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto en el distrito de Surco-2020”. Tuvo como objetivo evaluar el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, usando estructuras aporticadas y placas de concreto incorporando cenizas. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental descriptivo. Entre sus resultados se tuvo que

la ceniza proporciono una resistencia adicional a los elementos estructurales, asimismo que las derivas en las direcciones X e Y fueron de 0.003109 y 0.00022 respectivamente, en comparación con las derivas de la edificación sin cenizas cuyas derivas fueron 0.007503 y 0.000447. concluyendo que la adición de cenizas si influye de manera óptima en el comportamiento estructural de las viviendas.

Julca (2020), en su investigación, “Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI SAP 2000”. Tuvo como objetivo evaluar el desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados se tuvo que para un sismo en XX se presentó un valor de $(\Delta t, V) = (0.148, 46.506)$, punto de fluencia de $(\Delta t, V) = (0.120, 37.833)$, para un sismo en YY se presentó un valor de $(\Delta t, V) = (0.543, 73.867)$, punto de fluencia de $\Delta t, V) = (0.105, 45.558)$. Concluyo que la estructura cumple con lo que requiere la normativa actual.

Según Abad y Guivar (2019) en su investigación, “Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante El Análisis Estático Aplicando La Nueva Norma E-030- 2018 En La I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019”. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural sismo resistente mediante un análisis estático de la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019. La metodología usada fue aplicada, cuantitativo y no experimental. Entre sus resultados se tuvo que las superestructuras ya construidas de la institución educativa Sagrado corazón para un análisis sísmico estático de base empotrada cumplen con el nuevo reglamento, sus dimensiones cumplen los requisitos de resistencia y rigidez las derivas inelásticas son menores que las indicadas en la norma E030 y sus cuantías de acero se encuentran dentro de los requisitos de la norma E060. Concluyó que los desplazamientos relativos obtenidos del modelo con la nueva norma están acordes con los desplazamientos mínimos aceptables establecidos.

1.6. Bases teóricas

1.6.1. Los sismos en las estructuras

Se ha observado en diversos terremotos en el mundo, que en general las estructuras alcanzan su resistencia lateral, parámetro al cual hacen énfasis las normas de diseño por sismos para caracterizar la respuesta estructural, a partir de la cual su respuesta es inelástica ante los sismos (Rodríguez, 2016, p. 18).

Según (Carrillo, 2009) refiere que la respuesta estructural de una edificación ante un movimiento sísmico depende de:

- Tipo de material de la estructura
- Masa y rigidez de la estructura
- La magnitud de las deformaciones causadas por el temblor del edificio
- La magnitud de la acción sísmica

Ante ello, muestran una comparativa sobre el comportamiento estructural de edificaciones diseñadas sísmicamente y no diseñadas sísmicamente.

Tabla 1

Comportamiento de estructuras S (diseñadas sísmicamente) y N (no diseñadas sísmicamente)

Caso	Comportamiento observado	Estructura Tipo S	Estructura Tipo N	Comentarios
1	Movimiento lateral oscilatorio muy apreciable, particularmente en pisos superiores de edificios.	S: pero controlado	S: pero puede crecer sin límite hasta el colapso	El movimiento oscilatorio controlado indica que la estructura A N responde ante las fuerzas de inercia
2	Asentamientos y/o desplomes de la estructura.	No	Posibles	Una falla del terreno puede tener graves consecuencias.
3	Agrietamiento en columnas y/o muros de concreto reforzado.	S: pero mínimo. Puede ser reparado	Exceso y difícil de reparar	La integridad de estos elementos generalmente es vital para la estabilidad de la construcción.

4	Agrietamiento en trabes de concreto reforzado.	S: pero no excesivo	Excesivo	El nivel de agrietamiento debe ser menor en columnas que en trabes
5	Pandeo local o global de patines o almas de perfiles en columnas de acero.	No	Excesivo	Estos modos de falla deben evitarse ya que usualmente conducen a modo de falla.
6	Pandeo local de patines o almas de perfiles en trabes de acero.	Es posible, pero debe ser mínimo.	Excesivo	Generalmente un diseño sísmico trata de concentrar el posible comportamiento inelástico en las vigas y no en las columnas.
7	Rotura de conexiones atornilladas o soldadas.	No	Excesivo	Una falla de este tipo puede conducir al colapso de una estructura ya que impide la transmisión de fuerzas entre vigas y columnas.
8	Agrietamiento de muros divisorios, rotura de vidrios, caída de plafones y/o desprendimiento de recubrimientos.	Es posible, pero debe ser mínimo.	Excesivo	Generalmente este comportamiento no refleja el comportamiento de la estructura.

Fuente: Colina y Ramírez de Alba (1999)

1.6.2. Fallas de los Elementos Estructurales

Las fallas principalmente se dan por la baja resistencia lateral a los sismos, o anomalía en el material, que se puede apreciar principalmente en las columnas, placas o vigas, ya que la fuerza horizontal pone al límite su resistencia y en algunos casos llega a generar fallas considerables que irreparables (Guzhñay, 2012).

Según (Murillo, 2014, p. 49) las fallas pueden deberse a:

- Inadecuada resistencia al cortante de los entrepisos debido a la escasez de elementos tales como columnas y muros.

- Grandes esfuerzos de cortante y tensión diagonal en columnas o en vigas.
- Falla por adherencia del bloque de unión en las conexiones viga-columna debida al deslizamiento de las varillas ancladas, o a falla de cortante.
- Grandes esfuerzos en muros de cortante, sin o con aberturas, solos o acoplados.
- Vibración torsional causada por la falla de coincidencia en planta del centro de masas con el centro de rigidez.
- Punzonamiento de la losa de edificios construidos a base de losas planas
- Variación brusca de la rigidez a lo largo de la altura del edificio.
- Golpeteo entre edificios.
- Amplificación de los desplazamientos en la cúspide de los edificios.
- Grandes esfuerzos de cortante en columnas acortadas por el efecto restrictivo al desplazamiento causado por elementos no estructurales.

1.6.3. Cargas que influyen en el diseño estructural

a) Carga Muerta (CM)

Es el peso de cualquier elemento de construcción o estructural, pues este de determina en función de sus dimensiones y el peso unitario (Hernán, 2014).

b) Carga viva (CV)

Se hacer referencia al peso de los ocupantes, equipos y otros elementos movibles soportados complementarias en la edificación, que contribuyen a las fuerzas inerciales actuantes sobre la estructura (Ardila 2014).

c) Carga de sismo (CS)

Son inciertas tanto en magnitud, distribución e inclusive en el momento en que pueden actuar (Vasco, 2003). Para el diseño por sismo se usa el análisis estructural indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Artículo 28 y 29).

1.6.4. Criterios de Estructuración

Según (Blanco, 2011, p. 5), los principales criterios que son necesarios tomar en cuenta para lograr una estructura sismo-resistente, son:

- Simplicidad y simetría
- Resistencia y ductilidad

- Hiperestaticidad y monolitismo
- Uniformidad y continuidad de la estructura
- Rigidez lateral
- Existencia de losas que permitan considerar a la estructura como una unidad (diafragma rígido)
- Elementos no estructurales
- Sub-estructura o cimentación
- Diseño en concreto armado

1.6.5. Predimensionamiento de Elementos Estructurales

a) Losas Aligeradas

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), nos proporciona una tabla para determinar los peraltes o espesores mínimos de elementos armados en una dirección (aligerados, losas macizas y vigas).

Tabla 2

Peralte o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones.

Elementos	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles a dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019)

b) Vigas principales

$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25 \quad (\text{Ec. 0.1})$$

$$h = \frac{L_n}{\alpha} \quad (\text{Ec. 0.2})$$

Donde:

B: Ancho tributario en metros

L_n : Luz libre en metros

Tabla 3

Factor para Predimensionamiento de vigas principales

$W_{S/C}$	α
$S/C \leq 200 \text{ kg/m}^2$	12
$200 < S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2$	11
$350 < S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2$	10
$600 < S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2$	9

Fuente: Oviedo Sarmiento (2016)

c) Vigas secundarias

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) el ancho mínimo de una viga debe ser 25 cm. y se debe tomar en cuenta si su estructura es sismorresistente o forma parte de un pórtico, para usar la siguiente fórmula:

$$h = \frac{L_n}{14} \quad (\text{Ec. 0.3})$$

Donde:

L_n : Luz libre en metros

d) Columnas

$$A_{COL} = \frac{\lambda P_G}{n f'c} \quad (\text{Ec. 0.4})$$

Donde:

A_{COL} : Área de columna

P_G : Carga por gravedad

λ, n : Factores que dependen de la ubicación de la columna

Tabla 4

Factores para el predimensionamiento de columnas

Tipo de Columna	λ	n
Central	1.1	0.3
Perimetral	1.25	0.25
Esquina	1.5	0.2

Fuente: Oviedo Sarmiento (2016)

1.6.6. Diseño Sismorresistente

El objetivo principal del diseño sismorresistente es salvar vidas y, adicionalmente, minimizar los daños materiales. La responsabilidad de los ingenieros para lograr dichos objetivos depende del diseño estructural, estudio de suelos, supervisión de los materiales utilizados y los procesos constructivos adecuados. (Blanco, 2012, p. 71)

El diseño sismorresistente racional garantiza que para una cierta ductilidad estructural, no se sobrepase la capacidad de ductilidad del material seccional y elementos, asimismo estos diseños poseen un nivel de complejidad superior al que caracteriza el diseño para cargas estáticas de gravedad, debido a los factores que se deben tener en cuenta en él (Rotondo y Barbat, 1999).

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2004, p. 55), entre estos se encuentran los siguientes:

- La naturaleza azarosa de las características del sismo.
- La incertidumbre sobre la respuesta de la estructura, por la heterogeneidad de la calidad de los materiales, la interacción con los elementos no estructurales, la variación de las cargas de servicio, las variaciones presentadas en la construcción, etc.
- Los mecanismos de falla y disipación de energía que impliquen el menor riesgo para la vida humana y sus propiedades.

- El costo social asociado a la falla de edificios, especialmente en el caso en que sean esenciales para la atención de un desastre, como el caso de los hospitales.

1.6.7. Norma E.030-2018 “Diseño Sismorresistente

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), se establecen los siguientes principios:

- La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- Para las edificaciones esenciales, se debería tener consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

La norma E.030 es la que más cambios y actualizaciones presenta debido a los constantes estudios por la gran importancia que ella representa.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el Comportamiento Sismorresistente de un Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente Ubicado en la Urbanización Las Flores, Jaén – 2021.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los elementos que componen el sistema estructural del Edificio “Las Flores”.
- Verificar el cumplimiento de los criterios de diseño de la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.
- Comprobar si los desplazamientos de entrepiso se encuentran dentro de los valores permitidos por la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.
- Proponer medidas para mitigar el impacto de un sismo en la estructura.

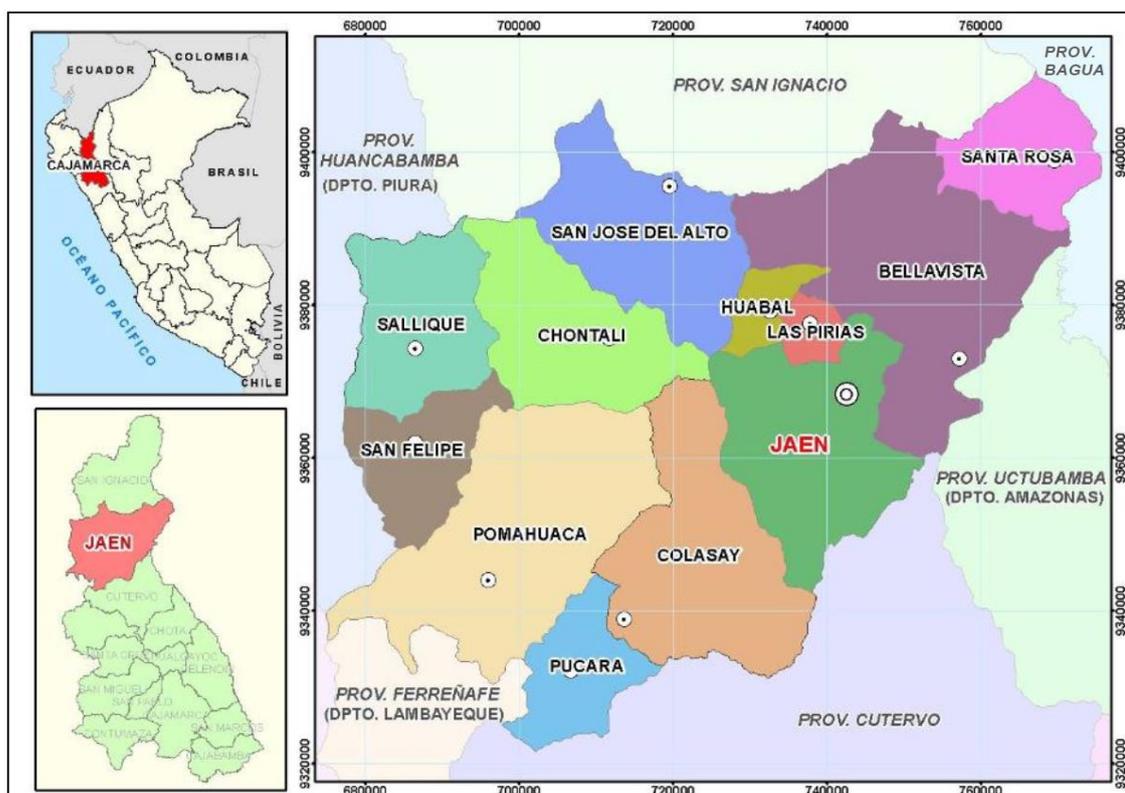
III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del proyecto

El edificio “Las Flores” se encuentra ubicado en la calle “Los Rosales” localizada en la Urbanización Las Flores, en el distrito de Jaén, provincia de Jaén departamento de Cajamarca, cuya altitud es aproximadamente de 707 msnm. Está situada a las coordenadas 743423.49 m E; 9368967.60 m S.

Figura 1

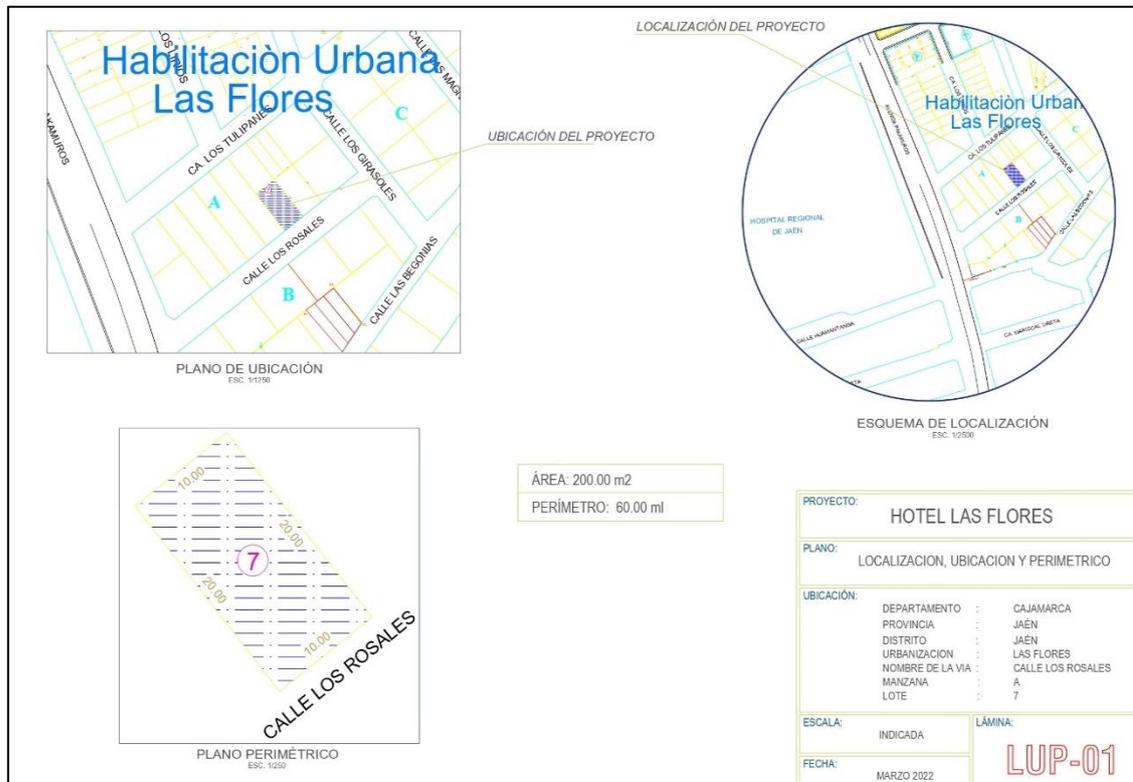
Ubicación del proyecto



Fuente: Estudio de Diagnóstico y Zonificación para fines de demarcación Territorial de la Provincia de Jaén, Gobierno Regional de Cajamarca.

Figura 2

Plano de Localización, Ubicación y Perimétrico del Edificio “Las Flores”



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Ruta del Proyecto

Desde	Hasta	Carretera	km	Tiempo Aprox. Horas
Chiclayo	Olmos	Asfaltada	83	1
Olmos	Chamaya	Asfaltada	193	4.5
Chamaya	Jaén	Asfaltada Bicapa	16	1/2
	Total		292	6

Fuente: Indeci (2005)

3.2. Población, muestra y muestreo

3.2.1. Población

Los edificios de 4 niveles ubicados en la Urbanización Las Flores, Jaén – Cajamarca

3.2.2. Muestra

El Edificio “Las Flores”.

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Según su finalidad

Es básica, debido a que tiene la intención de evaluar el comportamiento sismorresistente del Edificio “Las Flores” de la ciudad de Jaén, toda la evaluación través de conocimientos teóricos, con el fin de obtener un alcance de la seguridad, capacidad y sobre todo resistencia de la estructura, además dichos resultados adquiridos se comunicarán para que los estudiantes, administrativos y autoridades puedan tomar acciones provisionales de mitigación frente a posibles movimientos sísmicos.

3.3.2. Según su diseño

No experimental, debido a que no se realizará ningún tipo de alteración de las variables y por ende los resultados que se obtengan no se pueden cambiar. También se desarrollará una caracterización e identificación de los parámetros sísmicos del Edificio “Las Flores” para su evaluación, la razón es que la norma E.030 establece parámetros que nos ayudan en el análisis sismorresistente de una edificación, con los resultados obtenidos de acuerdo a la norma vigente E.030 “Diseño Sismorresistente”, se procede a realizar el análisis con el fin de ver el comportamiento sísmico de la Edificación.

3.3.3. Según su enfoque

Es cuantitativa, debido a que se obtendrán datos medibles o cuantificables, esto es, por los cálculos a realizar además de la obtención de datos necesarios para evaluar el comportamiento sismorresistente de todo el edificio “Las Flores”.

3.4. Método

Se establecerá el método inductivo como eje de la investigación, en la cual a partir de supuestos particulares se generan deducciones generales del proyecto. Además, de ello se generarán conclusiones específicas a partir de deducciones de cuestiones o principios generales de la investigación, usando el método deductivo.

3.5. Técnicas

- La investigación: Se llevó a cabo a través de la recolección de información en fuentes confiables como libros, tesis, artículos científicos, revistas, normas técnicas de edificación vigentes en el Perú, y demás parámetros que permitan el correcto desarrollo y ejecución de este plan de investigación.
- Observación: Esto permitirá realizar evaluaciones de campo y realizar la toma de datos y fotografías necesarias para la evaluación sismorresistente del Hotel “Las Flores” mediante la Norma E.030.
- Modelamiento estructural: Se realizará el modelamiento de la edificación del hotel en el programa SAP 2000, para su posterior análisis.
- Análisis: Se realizará un análisis que involucre la comparación de los parámetros establecidos en la norma vigente E.030 y en el análisis, el cual nos permitirá registrar datos como desplazamientos tanto en la dirección X como la dirección Y, permitirá conocer los desplazamientos relativos y derivas de entrepiso, las cuantías de acero en los elementos estructurales, el cortante en la base de la estructura, todo esto a través del análisis obtenido a través del programa SAP 2000.

3.6. Instrumentos

- Programa SAP 2000 de análisis y diseño estructural del Edificio.
- Planos del Edificio “Las Flores”.
- Microsoft Excel.
- NTE E.020 “Cargas”
- NTE E.030 “Diseño sismorresistente”
- NTE E.060 “Concreto armado”

3.7. Procedimiento

3.7.1. Descripción de la Edificación

El edificio “Las Flores” es un Bloque de 4 pisos con ambientes para diferentes usos. El edificio tiene un Área Construida de 200 m², la altura de entrepiso es de 4m para el primer nivel y 3m para el resto, y el Tipo de Edificación en un Hotel. El terreno sobre el cual están las instalaciones del Edificio “Las Flores” se encuentra localizado en la parte sur y dentro del radio urbano de la ciudad a la que se accede con facilidad desde diversos puntos de la periferia. El edificio está rodeado de construcciones de tipo residencial y viviendas unifamiliares, además este cuenta con los servicios básicos de agua, desagüe y energía eléctrica.

Figura 3

Edificio “Las Flores” – Vista Lateral



Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra la forma de la edificación desde una vista lateral, donde se aprecia la altura y longitud de esta, además de los acabados que posee.

Figura 4

Edificio “Las Flores” – Vista Frontal



Fuente: Elaboración propia

La figura 4 muestra la forma de la edificación desde una vista frontal, donde se aprecia la altura y longitud de esta, además de los acabados que posee.

3.7.2. Metrado de cargas

a) Cargas consideradas y pesos unitarios

Las cargas que estarán presentes en la edificación de este proyecto son las cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS). Para estimar el valor de las CM y CV utilizaremos los siguientes pesos unitarios.

- Concreto Armado 2400 kg/m^3
- Concreto Simple 2300 kg/m^3
- Albañilería de arcilla tubulares 1350 kg/m^3
- Losa Aligerada (h=0.20) 300 kg/m^2
- Acabados (Piso Terminado) 100 kg/m^2
- Tabiquería (h=3m) $1350 * 0.15 * 3 = 610 \text{ kg/m}$

Para el caso de las CV tomaremos los valores empleados según la Norma E020.

- Hotel 200 kg/m²

b) **Metrado de Cargas para Vigas y Viguetas**

Se realizó el metrado de las viguetas de toda la edificación es estudio para las sobrecargas de 200 kg/m² correspondientes a un Hotel.

Las tablas 6 y 7 muestra las cargas muertas y vivas que soportan las viguetas de la edificación; la tabla 8 detalla las cargas muertas para las vigas esquineras del primer, segundo y tercer nivel; y la tabla 9 muestra las cargas muertas en las vigas esquineras del cuarto nivel.

Tabla 6

Cargas muertas para viguetas x ml (losa 1, 2, 3, 4)

Carga muerta - típico				
Elemento	Peso (Kg-f)	C/ m2	Factor	CM
Ladrillo	10.8	8.33	2.5	35.99
Acabados	100	kgf/m2	2.5	40.00
Tabiquería	150	kgf/m2	2.5	60.00
Total "cm" por metro lineal				136 kg/ml

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 muestra las cargas muertas que posee le edificación y que soportan las viguetas.

Tabla 7

Cargas vivas para viguetas x ml (losa 1, 2, 3, 4)

Carga viva - típico				
Elemento	Carga distribuida		Factor	CV
S/C	200	kgf/m2	2.5	80 kg/ml

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7 muestra la carga viva que posee la edificación y que soportan las viguetas de la edificación;

Tabla 8

Cargas muertas para vigas esquineras x ml (losa 1, 2, 3)

Carga muerta - típico				
Elemento	Peso (Kg-f)	C/ m2	Factor	CM
Acabados	100	kgf/m2	2.5	40.00
Tabiquería	1350	kgf/m2	0.45	610
Total "cm" por metro lineal				650
				kg/ml

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8 detalla las cargas muertas para las vigas esquineras del primer, segundo y tercer nivel

Tabla 9

Cargas muertas para vigas esquineras x ml (losa 4)

Carga muerta - típico				
elemento	peso (kg-f)	c/ m2	factor	cm
acabados	50	kgf/m2	2.5	20.00
tabiquería	675	kgf/m2	0.45	305
Total "cm" por metro lineal				325
				kg/ml

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 muestra las cargas muertas en las vigas esquineras del cuarto nivel.

c) Metrado de Cargas por Piso (Losa)

Se realizó el metrado de cargas por Losa considerando las Cargas Muertas y Cargas Vivas actuantes en la edificación.

Tabla 10

Cuadro resumen de metrado de cargas x losa

	CM	CV	CT
W LOSA 1	105.06 Tn	39.8 Tn	144.86 Tn
W LOSA 2	99.66 Tn	36.62 Tn	136.28 Tn
W LOSA 3	99.71 Tn	36.65 Tn	136.36 Tn
W LOSA 4	78.39 Tn	36.65 Tn	115.04 Tn

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADOS

4.1. Oe 01: Identificación de elementos que componen el sistema estructural del edificio

El edificio “Las Flores”, destinada a uso hotelero, consta de 04 niveles, con una altura total de 14.2 m. construidos en su totalidad con un sistema estructural aporticado tanto en dirección X como en Y. Para su distribución en planta, posee cuatro ejes verticales y seis horizontales. La edificación presenta en todos sus niveles elementos estructurales de forma simétrica los cuales se presentan a detalle, señalando su sección y ubicación, en las siguientes tablas:

a) Columnas

En el proyecto se presentan columnas largas, que a continuación se muestran las secciones de las columnas del edificio, cabe mencionar que son de sección rectangular y una de sección circular.

Tabla 11

Cuadro de columnas del Edificio construido

Tipo	Sección	Ubicación
C – 1	30cmx30 cm	EJE 1 - 1, 1' - 1' y 3 - 3
C – 2	35cmx35 cm	EJE 2 - 2 con A-A y F-F
C – 3	40cmx40 cm	EJE 2 - 2 con C-C, D-D y E-E
C – 4	D=40 cm	EJE 2 - 2 con B-B
C – 5	30cmx15 cm	EJE 1 - 1 con B-B

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 11 de tiene cinco tipos de columnas encontradas insitu, la C-1 de dimensiones de 30x30cm, la C-2 de 35cmx35cm, la C-3 de 40cmx40cm, la C-4 de diámetro de 40cm y la C-5 de 30cmx15cm. La distribución de las columnas se tiene en planos ubicados en los Anexos 1, 2, 3 y 4.

b) Vigas

Están diseñadas para sostener cargas lineales concentradas o uniformes de los pisos superiores en una sola dirección hacia las columnas.

Tabla 12

Cuadro de vigas del Edificio construido

Tipo	Sección	Ubicación
Vp - 01	25 cm x50 cm	eje a, b, c, d, e, f
Vp - 02	25 cm x30 cm	eje 2 - 2
Vs - 01	25 cm x20 cm	eje 1 - 1 y 3 - 3
Vch - 02	20 cm x20 cm	eje 1' - 1'
Vb	15 cm x20 cm	eje a - a (proyección del techo)

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 12 de tiene cinco tipos de vigas encontradas insitu, la Vp - 01 de dimensiones de 25cmx50cm, la Vp – 02 de 25cmx30cm, la Vs – 01 de 25cmx20cm, la Vch - 02de diámetro de 20cmx20cm y la Vb de 15cmx20cm. La distribución de las vigas se tiene en planos ubicados en los Anexos 5, 6 y 7.

c) Losas Aligeradas

Está conformado por viguetas y ladrillo y todo el elemento se apoya sobre las vigas principales. Soporta cargas vivas y muertas. En la Edificación “Las Flores”, todos los niveles tienen las mismas secciones.

Tabla 13

Elementos de la losa aligerada del Edificio construido

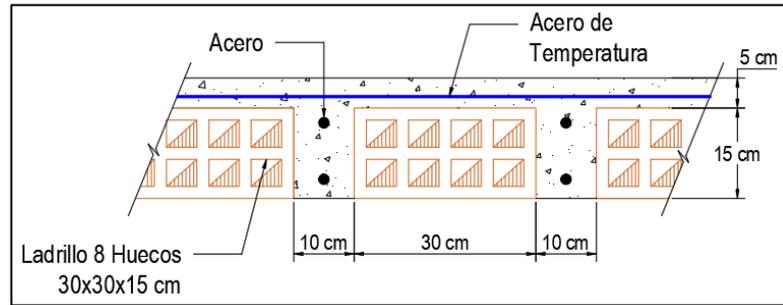
Tipo	Sección
ladrillo	30cm x 30cm x 15cm
viguetas	10x15 cm ²
losa	5 cm

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 13 se tiene un espesor total de losa de 20cm de altura, cuyas medidas del ladrillo son de 30cm x 30cm x 15cm y las viguetas de 10cm x 15cm. Se representa en la figura 5 la losa, que fue la misma para todos los pisos.

Figura 5

Losa Aligerada



Fuente: Elaboración propia

4.2. Oe 02: Verificación de los criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente

4.2.1. Parámetros Sísmicos

a) Factor de zona

Tabla 14

Factor de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 14, se tiene según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, el factor de las 4 zonas y se expresa como una

fracción de la aceleración de la gravedad. Siendo para nuestro caso evaluativo la zona 2 con un $Z=0.25$.

b) Factor de uso o importancia

Tabla 15

Factor de uso o importancia "U"

Categoría	U
A1	>1.50
A2	1.50
B	1.30
C	1.00
D	Criterio

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 15, se tiene según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, el factor de uso o importancia de la edificación. Siendo para nuestro caso evaluativo un edificio hotel se tuvo la categoría C, con un $U=1.00$

c) Parámetros de sitio (S, TP, TL)

Tabla 16

Factor de suelo "S"

Zona/Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 16, se tiene según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, el parámetro de sitio S que está en función de facto

de la zona y el tipo de suelo. Presentándose nuestro caso una zona 2 y tipo de suelo S2 se tuvo un $S=1.20$.

Tabla 17

Factor de sitio “TP” y “TL”

	Períodos “TP” y “TL”			
	S0	S1	S2	S3
TP	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 17, se tiene según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019, los parámetros de sitio TP y TL que está en función del tipo de suelo S2. Presentándose para nuestro caso un TP y TL de 0.60 y 2.00 respectivamente.

d) Periodo fundamental de vibración

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), se define con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

h = altura total de la edificación

$C_T = 35$, Pórticos sin muros de corte

$C_T = 45$, Pórticos con muros en cajas

$C_T = 60$, Edificios de albañilería y de Concreto armado duales

Se tuvo alturas de entrepiso de 4m. para el primer piso y de 3m. para los pisos 2, 3 y 4 teniendo un total de la edificación de 14.20m y un $C_T =$ de 35, siendo la edificación pórticos sin muros de corte, para lo cual se tuvo un T de 0.41 seg.

e) Factor de amplificación sísmica

Se define con las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

f) Sistemas estructurales y coeficientes de Reducción de fuerzas sísmicas

Según (RNE,2019), cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural se toma el menor coeficiente R_o . Nos enfocamos en los sistemas de concreto armado.

Tabla 18

Sistemas estructurales

Sistema estructural	R_o
<i>Concreto armado:</i>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 18, se tiene el parámetro R_o según el tipo de sistema estructural. Presentándose para nuestro caso un R_o de 8.

4.2.2. Análisis sísmico del edificio “Las Flores”

a) Espectro de diseño para el análisis dinámico

Tabla 19*Valores de espectro del Edificio construido*

C	T	Sax	Say
2.50	0.00	0.123	0.123
2.50	0.05	0.123	0.123
2.50	0.10	0.123	0.123
2.50	0.15	0.123	0.123
2.50	0.20	0.123	0.123
2.50	0.25	0.123	0.123
2.50	0.30	0.123	0.123
2.50	0.35	0.123	0.123
2.50	0.40	0.123	0.123
2.50	0.45	0.123	0.123
2.50	0.50	0.123	0.123
2.50	0.55	0.123	0.123
2.50	0.60	0.123	0.123
2.31	0.65	0.113	0.113
2.14	0.70	0.105	0.105
2.00	0.75	0.098	0.098
1.88	0.80	0.092	0.092
1.76	0.85	0.087	0.087
1.67	0.90	0.082	0.082
1.58	0.95	0.077	0.077
1.50	1.00	0.074	0.074
0.75	2.00	0.037	0.037
0.33	3.00	0.016	0.016
0.19	4.00	0.009	0.009
0.12	5.00	0.006	0.006
0.08	6.00	0.004	0.004
0.06	7.00	0.003	0.003
0.05	8.00	0.002	0.002
0.04	9.00	0.002	0.002
0.03	10.00	0.001	0.001

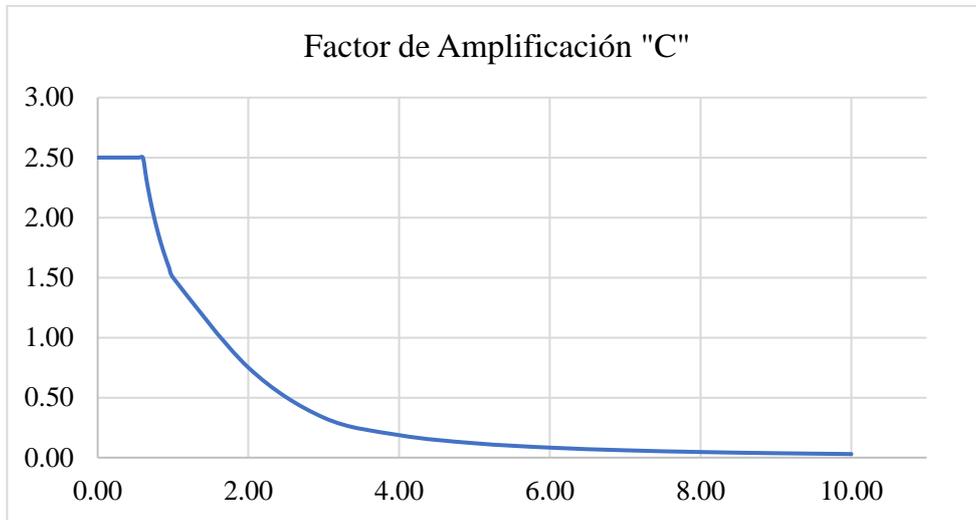
Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 19 se muestra factor de amplificación sísmica (C), periodo fundamental de vibración (T) y las aceleraciones sísmicas en direcciones x e y (Sax, Say).



Figura 6

Gráfico del Factor de amplificación "C" del Edificio construido

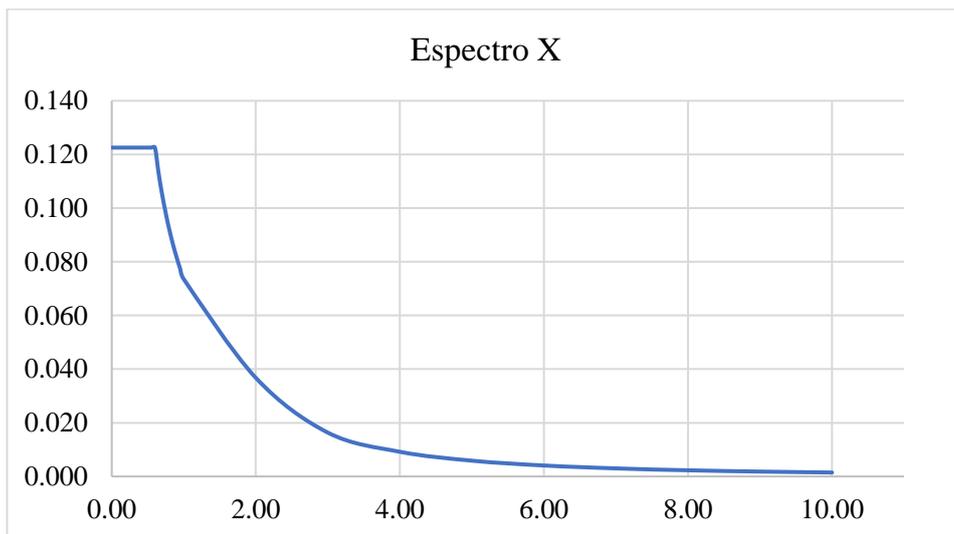


Fuente: Elaboración propia

La figura 6 muestra el gráfico de amplificación sísmica "C" en relación al periodo fundamental de vibración "T".

Figura 7

Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio construido

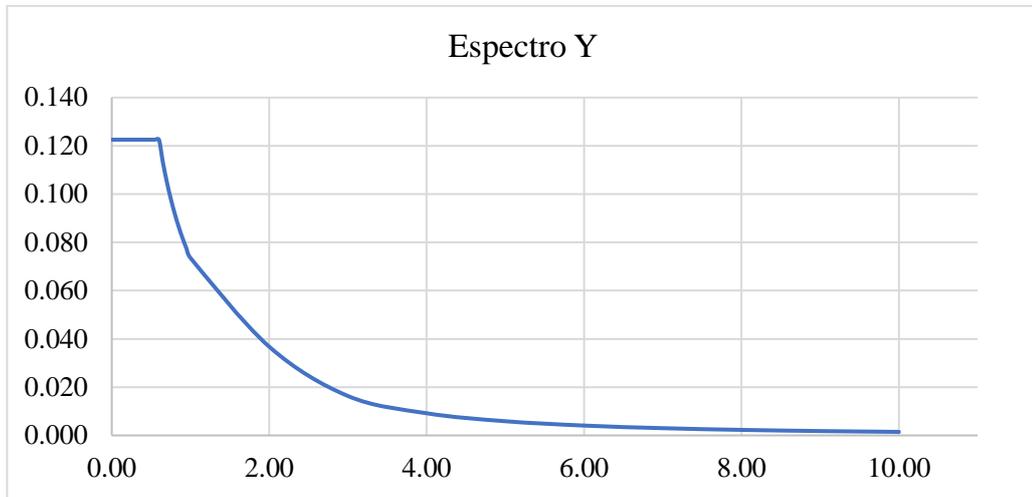


Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra el gráfico de aceleración en "x-x", en relación al periodo fundamental de vibración "T".

Figura 8

Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio Construido



Fuente: Elaboración propia

La figura 8 muestra el gráfico de aceleración en “y-y”, en relación al periodo fundamental de vibración “T”.

4.3. Oe 03: Desplazamientos de entrepiso según la norma E.030 “diseño sismorresistente

4.3.1. Parámetros sísmicos

Tabla 20

Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio Construido

Z	0.25
U	1
S	1.2
C	2.5
R	8
Ia	0.9
Ip	0.85
Rx	6.12
Ry	6.12

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 20 se muestra los parámetros sísmicos utilizados para el análisis de la edificación “Las Flores”.

4.3.2. Variaciones y desplazamientos

Tabla 21

Cuadro de variaciones del Edificio Construido

SAP - Data				
Floor	U1	U2	Joint	
1	0.130262	0.160327	118	102
2	0.178076	0.261404	119	103
3	0.210548	0.326751	120	104
4	0.228458	0.36292	125	105

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 21, se muestran los desplazamientos máximos de cada piso, en las direcciones X e Y, y su ubicación en el modelado SAP.

Tabla 22

Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio Construido

X-X						
Floor	h (cm)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	Δ Máximo	Check
1	460	13.03	13.03	0.0283	0.007	ERROR
2	320	17.81	4.78	0.0149	0.007	ERROR
3	320	21.05	3.25	0.0101	0.007	ERROR
4	320	22.85	1.79	0.0056	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 22 se muestra las derivas de entrepiso x-x obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son superiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030.

Tabla 23

Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio Construido

Y-Y						
Floor	h (m)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	MAX	Check
1	460	16.03	16.03	0.0349	0.007	ERROR
2	320	26.14	10.11	0.0316	0.007	ERROR
3	320	32.68	6.53	0.0204	0.007	ERROR
4	320	36.29	3.62	0.0113	0.007	ERROR

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 23 se muestra las derivas de entrepiso y-y obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son superiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030.



4.3.3. Irregularidad en la estructura

a. Irregularidad torsional

Tabla 24

Irregularidad torsional en la dirección X-X

Esquina	Joint	Dirección X			Máx (SEx - max / h)	1.3 * Prom (SEx - max / h)
		SEx - max (m)	h: Alturas (m)	SEx - max / h		
δX1 =	35	0.026102	3.2	0.008157	0.008156875	0.007369126
	34	0.024119	3.2	0.007537		
	33	0.020623	3.2	0.006445		
	32	0.015876	4.6	0.003451		
δX2 =	105	0.026102	3.2	0.008157		
	104	0.024119	3.2	0.007537		
	103	0.020623	3.2	0.006445		
	102	0.015876	4.6	0.003451		
δX3 =	144	0.020144	3.2	0.006295		
	150	0.018576	3.2	0.005805		
	138	0.015901	3.2	0.004969		
	132	0.012371	4.6	0.002689		
δX4 =	5	0.020144	3.2	0.006295		
	4	0.018576	3.2	0.005805		
	3	0.015901	3.2	0.004969		
	2	0.012371	4.6	0.008157		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 24 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que cumple con $Máx (SEx - max / h) > 1.3 * Prom (SEx - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 existe Irregularidad torsional en la dirección x-x

Tabla 25*Irregularidad torsional en la dirección Y-Y*

Esquina	Joint	Dirección Y			Máx (SEy - max / h)	1.3*Prom (SEy - max / h)
		SEy - max	h: Alturas (m)	SEy - max / h		
δY1 =	35	0.049514	3.2	0.015473	0.016865313	0.015572262
	34	0.044813	3.2	0.014004		
	33	0.036264	3.2	0.011333		
	32	0.022546	4.6	0.004901		
	105	0.053969	3.2	0.016865		
δY2 =	104	0.048948	3.2	0.015296		
	103	0.039879	3.2	0.012462		
	102	0.025275	4.6	0.005495		
	144	0.053969	3.2	0.016865		
δY3 =	150	0.048948	3.2	0.015296		
	138	0.039879	3.2	0.012462		
	132	0.025275	4.6	0.005495		
δY4 =	5	0.049514	3.2	0.015473		
	4	0.044813	3.2	0.014004		
	3	0.036264	3.2	0.011333		
	2	0.022546	4.6	0.004901		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 25 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que cumple con $Máx (SEy - max / h) > 1.3 * Prom (SEy - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 existe Irregularidad torsional en la dirección y-y

b. Irregularidad torsional extrema en la estructura

Tabla 26

Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X

Esquina	Joint	Dirección X				
		SEx - max (m)	h: Alturas (m)	SEx - max / h	Máx (SEx - max / h)	1.5*Prom (SEx - max / h)
δX1 =	35	0.026102	3.2	0.008157	0.008156875	0.008502837
	34	0.024119	3.2	0.007537		
	33	0.020623	3.2	0.006445		
	32	0.015876	4.6	0.003451		
	105	0.026102	3.2	0.008157		
δX2 =	104	0.024119	3.2	0.007537		
	103	0.020623	3.2	0.006445		
	102	0.015876	4.6	0.003451		
	144	0.020144	3.2	0.006295		
	150	0.018576	3.2	0.005805		
δX3 =	138	0.015901	3.2	0.004969		
	132	0.012371	4.6	0.002689		
	5	0.020144	3.2	0.006295		
δX4 =	4	0.018576	3.2	0.005805		
	3	0.015901	3.2	0.004969		
	2	0.012371	4.6	0.002689		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 26 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $Máx (SEx - max / h) > 1.5 * Prom (SEx - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional extrema en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 27*Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y*

Esquina	Joint	Dirección Y				Máx (SEy - max / h)	1.5*Prom (SEx - max / h)
		SEy - max	h: Alturas (m)	SEy - max / h			
δY1 =	35	0.049514	3.2	0.015473	0.016865313	0.017967995	
	34	0.044813	3.2	0.014004			
	33	0.036264	3.2	0.011333			
	32	0.022546	4.6	0.004901			
	105	0.053969	3.2	0.016865			
δY2 =	104	0.048948	3.2	0.015296			
	103	0.039879	3.2	0.012462			
	102	0.025275	4.6	0.005495			
	144	0.053969	3.2	0.016865			
δY3 =	150	0.048948	3.2	0.015296			
	138	0.039879	3.2	0.012462			
	132	0.025275	4.6	0.005495			
δY4 =	5	0.049514	3.2	0.015473			
	4	0.044813	3.2	0.014004			
	3	0.036264	3.2	0.011333			
	2	0.022546	4.6	0.004901			

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 27 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $Máx (SEy - max / h) > 1.5 * Prom (SEy - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional extrema en la estructura en la dirección y-y.

c. Irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 28

Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección X-X

Piso	Vx (tonf) - SE _x	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección x		0.8 *Prom (K _{j+1} , K _{j+2} , K _{j+1})
				K _j = V _x (tonf) - Sex / Δ Rel. (cm)	0.7*K _{j+1}	
4	24.8801	20.19	1.58	15.7468987		
3	47.7309	18.61	2.89	16.5158824	11.0228291	
2	64.2340	15.72	4.26	15.0784038	11.5611176	
1	74.1678	11.46	11.46	6.47188482	10.5548826	12.624316

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 28 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que cumple con la primera condición $K_j < 0.7 * K_{j+1}$ solo el primer piso, de la segunda condición se tiene que cumple con $K_j < 0.8 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 existe Irregularidad de rigidez de piso blando en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 29

Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección Y-Y

piso	Vy (tonf) - S _{ey}	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección y		0.8 *Prom (K _{j+1} , K _{j+2} , K _{j+1})
				K _j = V _x (tonf) - Sex / Δ Rel. (cm)	0.7*K _{j+1}	
4	24.9877	25.22	2.34	10.6785043		
3	47.9339	22.88	4.34	11.0446774	7.47495299	
2	64.2538	18.54	6.55	9.80974046	7.73127419	
1	74.3331	11.99	11.99	6.19959133	6.86681832	8.40877924

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 29 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que cumple con la primera condición $K_j < 0.7 * K_{j+1}$ el piso 1, de la segunda condición se tiene que cumple con $K_j < 0.8 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende,

según la Norma E.030 existe Irregularidad de rigidez de piso blando en la estructura en la dirección y-y.

d. Irregularidad extrema rigidez

Tabla 30

Irregularidad de extrema rigidez dirección X-X

Piso	V _x (tonf) - S _{Ex}	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección x		
				K _j = V _x (tonf) - S _{ex} / Δ Rel. (cm)	0.6*K _{j+1}	0.7 *Prom (K _{j+1} , K _{j+2} , K _{j+1})
4	24.8801	20.19	1.58	15.7468987		
3	47.7309	18.61	2.89	16.5158824	9.44813924	
2	64.234	15.72	4.26	15.0784038	9.90952941	
1	74.1678	11.46	11.46	6.47188482	9.04704225	11.0462765

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 30 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que cumple con la primera condición $K_j < 0.6 * K_{j+1}$ para el piso 1, de la segunda condición se tiene que cumple con $K_j < 0.7 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 existe Irregularidad de extrema rigidez en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 31

Irregularidad de extrema rigidez dirección Y-Y

piso	V _y (tonf) - S _{ey}	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección y		
				K _j = V _x (tonf) - S _{ex} / Δ Rel. (cm)	0.6*K _{j+1}	0.7 *Prom (K _{j+1} , K _{j+2} , K _{j+1})
4	24.9877	25.22	2.34	10.6785043		
3	47.9339	22.88	4.34	11.0446774	6.40710256	
2	64.2538	18.54	6.55	9.80974046	6.62680645	
1	74.3331	11.99	11.99	6.19959133	5.88584427	7.35768184

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 31 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $K_j < 0.6 * K_{j+1}$ para todos los pisos, de la segunda condición se tiene que cumple con $K_j < 0.7 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 existe Irregularidad de extrema rigidez en la estructura en la dirección y-y.

e. Irregularidad de resistencia – piso débil

Tabla 32

Irregularidad de resistencia piso débil dirección X-X

piso	Dirección x	
	$\sum V_{ci}$ (m2)	$0.80 * \sum V_{ci+1}$
4	1.805	
3	1.805	1.444
2	1.805	1.444
1	1.805	1.444

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 32 se muestra las áreas sumadas de las columnas por piso en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la condición $\sum V_{ci} (m2) < 0.8 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de resistencia piso débil en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 33

Irregularidad de resistencia piso débil dirección Y-Y

piso	Dirección y	
	$\sum V_{ci}$ (m2)	$0.8 * \sum V_{ci+1}$
4	1.85	
3	1.85	1.48
2	1.85	1.48
1	1.85	1.48

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 33 se muestra las áreas sumadas de las columnas por piso en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple

con la condición $\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)} < 0.8 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de resistencia piso débil en la estructura en la dirección x-x.

f. Irregularidad extrema de resistencia

Tabla 34

Irregularidad extrema de resistencia dirección X-X

piso	Dirección x	
	$\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)}$	$0.65 * \sum V_{ci+1}$
4	1.805	
3	1.805	1.17325
2	1.805	1.17325
1	1.805	1.17325

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 34 se muestra las áreas sumadas de las columnas por piso en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la $\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)} < 0.65 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad extrema de resistencia en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 35

Irregularidad extrema de resistencia dirección Y-Y

piso	Dirección y	
	$\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)}$	$0.65 * \sum V_{ci+1}$
4	1.85	
3	1.85	1.2025
2	1.85	1.2025
1	1.85	1.2025

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 35 se muestra las áreas sumadas de las columnas por piso en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la $\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)} < 0.65 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad extrema de resistencia en la estructura en la dirección y-y.

4.4. Oe 04: Medidas para mitigar el impacto en la estructura

4.4.1. Propuesta 1

El sistema estructural a emplear en este diseño será: Aporticado de concreto armado, tanto en dirección X, como en Y. El objetivo de esta propuesta es aumentar las secciones de los elementos estructurales en ambas direcciones.

4.4.1.1. Elementos estructurales del Edificio

La propuesta mitigante 1, parte con la base de información del edificio construido “Las Flores”, la propuesta se basa en el aumento de secciones de concreto armado (vigas y columnas) según el predimensionamiento realizado.

a. Columnas

En el proyecto se presentan columnas largas, que a continuación se muestran las secciones de las columnas usadas de acuerdo al predimensionamiento, donde solo la C-1 ha variado sus dimensiones, cabe mencionar que son de sección rectangular y una de sección circular.

Tabla 36

Cuadro de columnas predimensionadas para el Edificio – Propuesta 1

Tipo	Sección	Ubicación
C – 1	30x35 cm ²	EJE 1 – 1, 1’ – 1’ y 3 – 3
C – 2	35x35 cm ²	EJE 2 – 2 con A-A y F-F
C – 3	40x40 cm ²	EJE 2 – 2 con C-C, D-D y E-E
C – 4	D=40 cm	EJE 2 – 2 con B-B
C – 5	30x15 cm ²	EJE 1 – 1 con B-B

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 36 de tiene cinco tipos de columnas según su predimensionamiento, la C-1 de dimensiones de 30x35cm, la C-2 de 35cmx35cm, la C-3 de 40cmx40cm, la C-4 de diámetro de 40cm y la C-5 de 30cmx15cm.

b. Vigas

Están diseñadas para sostener cargas lineales concentradas o uniformes de los pisos superiores en una sola dirección hacia las columnas. Se muestra a continuación las secciones de las vigas usadas de acuerdo al predimensionamiento donde solo la Vs-01 ha variado sus dimensiones.

Tabla 37

Cuadro de vigas predimensionadas para el Edificio - Propuesta 1

Tipo	Sección	Ubicación
Vp - 01	25cmx50 cm	EJE A, B, C, D, E, F
Vp - 02	25cmx30 cm	EJE 2 - 2
Vs - 01	25cmx30 cm	EJE 1 - 1 y 3 - 3
Vch - 02	20cmx20 cm	EJE 1' - 1'
Vb	15cmx20 cm	EJE A - A (Proyección del Techo)

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 37 de tiene cinco tipos de vigas encontradas insitu, la Vp - 01 de dimensiones de 25cmx50cm, la Vp - 02 de 25cmx30cm, la Vs - 01 de 25cmx30cm, la Vch - 02 de diámetro de 20cmx20cm y la Vb de 15cmx20cm.

c. Losas Aligeradas

Está conformado por viguetas y ladrillo y todo el elemento se apoya sobre las vigas principales. Soporta cargas vivas y muertas. En la Edificación “Las Flores”, todos los niveles tienen las mismas secciones, no variando sus dimensiones

Tabla 38

Elementos de losa aligerada predimensionada para el edificio - Propuesta 1

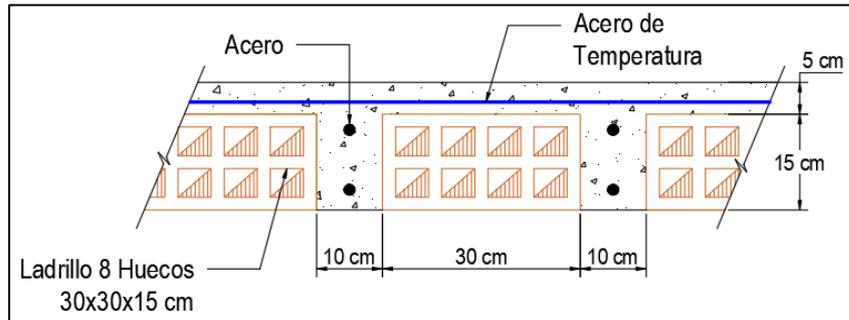
Tipo	Sección
Ladrillo	30cm x 30cm x 15cm
Viguetas	10x15 cm ²
Losa	5 cm

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 38 se tiene un espesor total de losa de 20cm de altura, cuyas medidas del ladrillo son de 30cm x 30cm x 15cm y las viguetas de 10cm x 15cm. Se representa en la figura 9 la losa, que fue la misma para todos los pisos.

Figura 9

Losa Aligerada



Fuente: Elaboración propia

4.4.1.2. Análisis sísmico del edificio

a) Descripción

Las cargas que estarán presentes en la edificación de este proyecto son las cargas muertas (CM) que estarán en función de su predimensionamiento, cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS). La edificación consta de 4 pisos ubicada en la ciudad de Jaén, le corresponde una zona 2 con un $Z=0.25$, el factor de uso $U=1.00$, un tipo de suelo S2 con un $S=1.20$, un T_P y T_L de 0.60 y 2.00 respectivamente, un $C_T = 35$, siendo la edificación pórticos sin muros de corte, para lo cual se tuvo un T de 0.34 seg y un R_o de 8.

Para el factor de amplificación sísmica se usó las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)$$

b) Espectro de diseño para el análisis dinámico

Tabla 39

Valores de espectro del Edificio - propuesta 1

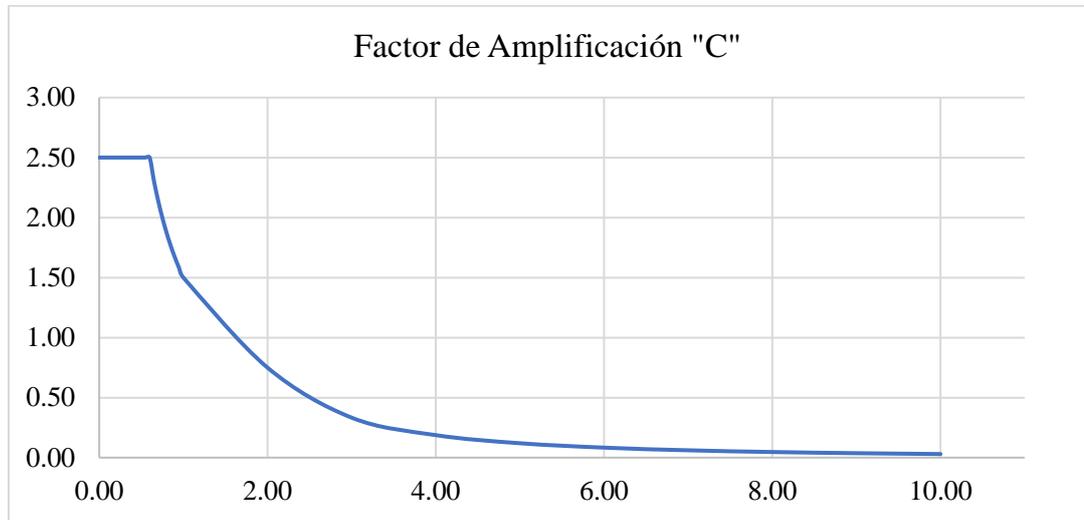
C	T	Sax	Say
2.50	0.00	0.123	0.123
2.50	0.05	0.123	0.123
2.50	0.10	0.123	0.123
2.50	0.15	0.123	0.123
2.50	0.20	0.123	0.123
2.50	0.25	0.123	0.123
2.50	0.30	0.123	0.123
2.50	0.35	0.123	0.123
2.50	0.40	0.123	0.123
2.50	0.45	0.123	0.123
2.50	0.50	0.123	0.123
2.50	0.55	0.123	0.123
2.50	0.60	0.123	0.123
2.31	0.65	0.113	0.113
2.14	0.70	0.105	0.105
2.00	0.75	0.098	0.098
1.88	0.80	0.092	0.092
1.76	0.85	0.087	0.087
1.67	0.90	0.082	0.082
1.58	0.95	0.077	0.077
1.50	1.00	0.074	0.074
0.75	2.00	0.037	0.037
0.33	3.00	0.016	0.016
0.19	4.00	0.009	0.009
0.12	5.00	0.006	0.006
0.08	6.00	0.004	0.004
0.06	7.00	0.003	0.003
0.05	8.00	0.002	0.002
0.04	9.00	0.002	0.002
0.03	10.00	0.001	0.001

Fuente: Norma E.030 RNE

De la interpretación de la tabla 39 se muestra factor de amplificación sísmica (C), periodo fundamental de vibración (T) y las aceleraciones sísmicas en direcciones x e y (Sax, Say). para el edificio - propuesta 1.

Figura 10

Gráfico del Factor de amplificación "C" del Edificio - propuesta 1

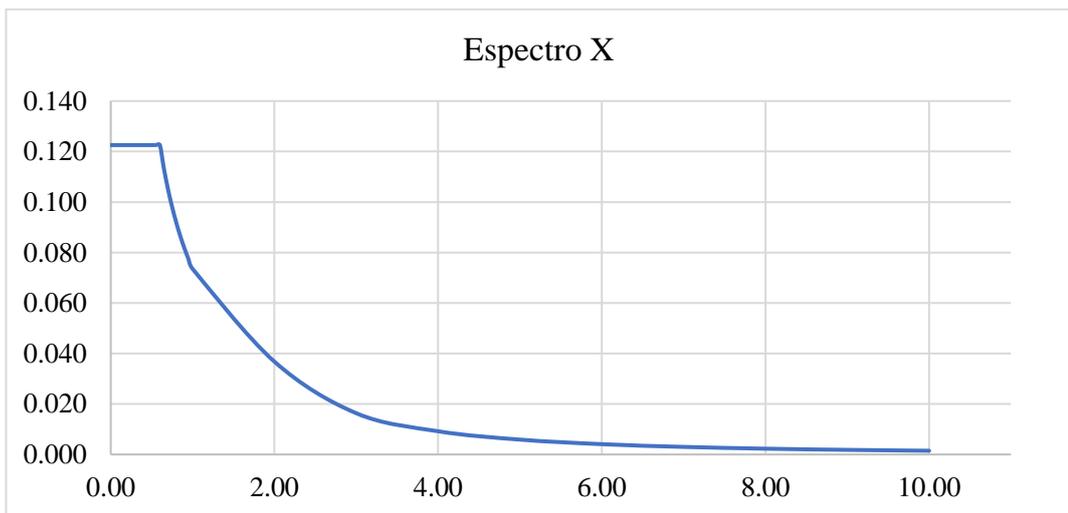


Fuente: Elaboración propia

La figura 10 muestra el gráfico de amplificación sísmica "C" en relación al periodo fundamental de vibración "T".

Figura 11

Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio - propuesta 1

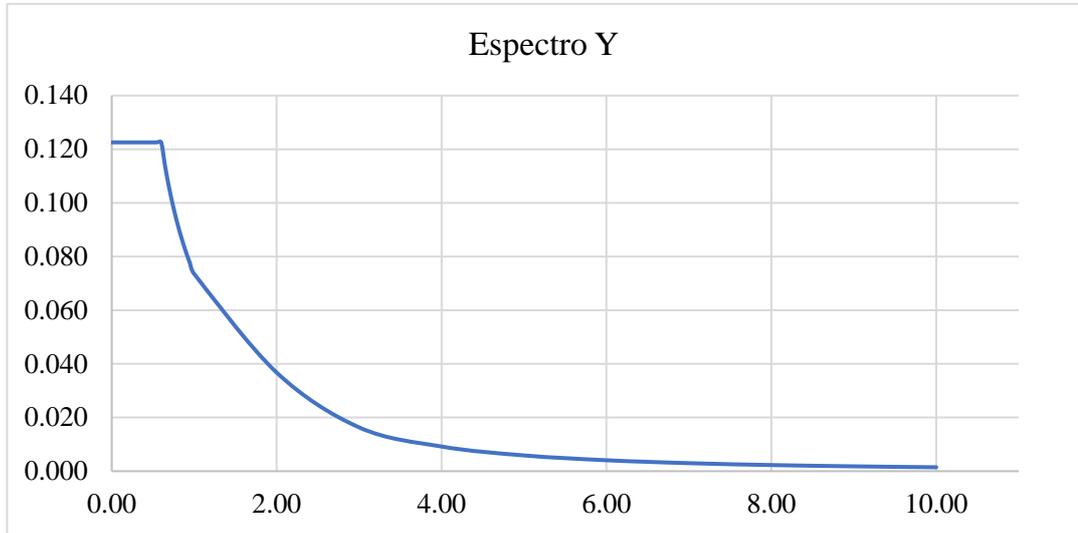


Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 muestra el gráfico de aceleraciones en "x-x" respectivamente, en relación al periodo fundamental de vibración "T".

Figura 12

Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio Construido



Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 muestra el gráfico de aceleraciones en “y-y” respectivamente, en relación al periodo fundamental de vibración “T”.

4.4.1.3. Parámetros sísmicos

Tabla 40

Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio - Propuesta 1

Z	0.25
U	1
S	1.2
C	2.5
R	8
Ia	0.9
Ip	0.85
Rx	6.12
Ry	6.12

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 40 se muestra los parámetros sísmicos utilizados para del análisis de la edificación “Las Flores” que también fueron usados para la propuesta 01-

4.4.1.4. Variaciones y desplazamientos

Tabla 41

Cuadro de variaciones del Edificio - propuesta 1

SAP - Data				
Floor	U1	U2	Joint	
1	0.114602	0.119905	118	102
2	0.157183	0.185359	119	78
3	0.186088	0.228755	124	79
4	0.201922	0.252224	148	121

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 41, se muestran los desplazamientos máximos de cada piso, en las direcciones X e Y, y su ubicación en el modelado SAP.

Tabla 42

Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio - propuesta 1

X-X						
Floor	h (cm)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	Δ Máximo	Check
1	460	11.46	11.46	0.0249	0.007	ERROR
2	320	15.72	4.26	0.0133	0.007	ERROR
3	320	18.61	2.89	0.0090	0.007	ERROR
4	320	20.19	1.58	0.0049	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 42 se muestra las derivas de entrepiso x-x obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son superiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030.

Tabla 43

Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio - propuesta 1

Y-Y						
Floor	h (m)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	MAX	Check
1	460	11.99	11.99	0.0261	0.007	ERROR
2	320	18.54	6.55	0.0205	0.007	ERROR
3	320	22.88	4.34	0.0136	0.007	ERROR
4	320	25.22	2.35	0.0073	0.007	ERROR

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 43 se muestra las derivas de entrepiso y-y obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son superiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030

4.4.1.5. Irregularidades en la estructura

Al ser la propuesta 1 en aumentar las secciones de los elementos estructurales en ambas direcciones en función de su predimensionamiento y al no sufrir cambios significativos en su diseño con respecto a la edificación evaluada, se tiene que las irregularidades de rigidez – Piso blando, irregularidad extrema de rigidez, irregularidad de resistencia – Piso débil e irregularidad de resistencia – Piso débil son muy idénticos.

4.4.2. Propuesta 2

El sistema estructural a emplear en este nuevo diseño será: Dual de concreto armado, tanto en dirección X, como en Y. El objetivo es la incorporación de Placas de concreto armado al diseño.

4.4.2.1. Elementos estructurales del Edificio

La propuesta mitigante 2, parte con la base de información del edificio construido “Las Flores”, la propuesta se basa en la aplicación de un nuevo sistema estructural, llamado Dual de concreto armado tanto en dirección X e Y, el cual incorpora el sistema aporticado con placas de concreto armado a fin de proporcionar la rigidez faltante a la estructura.



a. Sistema dual

En el proyecto se presentan columnas largas, combinadas con placas que soportan las cargas sísmicas y se encuentran juntas. Se muestra a continuación las secciones usadas.

Tabla 4424

Cuadro de columnas existentes del edificio - Propuesta 2

Tipo	Sección	Ubicación
C – 1	30x30 cm ²	EJE 1 – 1, 1' – 1' y 3 – 3
C – 2	35x35 cm ²	EJE 2 – 2 con A-A y F-F
C – 3	40x40 cm ²	EJE 2 – 2 con C-C, D-D y E-E
C – 4	D=40 cm	EJE 2 – 2 con B-B
C – 5	30x15 cm ²	EJE 1 – 1 con B-B

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 44 de tiene cinco tipos de columnas, la C-1 de dimensiones de 30x30cm, la C-2 de 35cmx35cm, la C-3 de 40cmx40cm, la C-4 de diámetro de 40cm y la C-5 de 30cmx15cm. La distribución de las columnas se tiene en planos ubicados en los Anexos 8, 9 y 10.

Tabla 45

Cuadro de placas proyectadas del Edificio- Propuesta 2

Tipo	Sección	Ubicación
PP – 01	1.3mx0.25 m	EJE C-C con 1 - 1
PP – 02	2.0x0.25 m ²	EJE F-F con 3 - 3
PP - 03	1.25x0.25 m ²	EJE A-A con 2 - 2
PS – 01	2.0x0.25 m ²	EJE 3 - 3 con A-A
PS -02	2.0x0.25 cm ²	EJE 1 - 1 con F-F

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 45 de tiene cinco tipos de placas, la PP – 01 de dimensiones de 1.30mx0.25m, la PP – 02 de 2.0mx0.25m, la PP – 03 de 1.25mx0.25m,

la PS – 01 de 2.0mx0.25m y la PS – 02 de 2.0mx0.25m. La distribución de las placas se tiene en planos ubicados en los Anexos 8, 9 y 10.

b. Vigas

Están diseñadas para sostener cargas lineales concentradas o uniformes de los pisos superiores en una sola dirección hacia las columnas.

Tabla 46

Cuadro de vigas existentes del edificio - Propuesta 2

Tipo	Sección	Ubicación
VP - 01	25x50 cm ²	EJE A, B, C, D, E, F
VP - 02	25x30 cm ²	EJE 2 - 2
VS - 01	25x20 cm ²	EJE 1 - 1 y 3 - 3
VCH - 02	20x20 cm	EJE 1' - 1'
VB	15x20 cm ²	EJE A - A (Proyección del Techo)

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 46 de tiene cinco tipos de vigas encontradas insitu, la Vp - 01 de dimensiones de 25cmx50cm, la Vp – 02 de 25cmx30cm, la Vs – 01 de 25cmx20cm, la Vch - 02de diámetro de 20cmx20cm y la Vb de 15cmx20cm. La distribución de las vigas se tiene en planos ubicados en los Anexos 8, 9 y 10.

c. Losas Aligeradas

Está conformado por viguetas y ladrillo y todo el elemento se apoya sobre las vigas principales. Soporta cargas vivas y muertas. En la Edificación “Las Flores”, todos los niveles tienen las mismas secciones, no variando sus dimensiones.

Tabla 47

Elementos de la losa aligerada existente del Edificio - Propuesta 2

Tipo	Sección
Ladrillo	30cm x 30cm x 15cm
Viguetas	10x15 cm ²
Losa	5 cm

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 47 se tiene un espesor total de losa de 20cm de altura, cuyas medidas del ladrillo son de 30cm x 30cm x 15cm y las viguetas de 10cm x 15cm.

4.4.2.2. Análisis sísmico del edificio

a) Descripción

Se ha tomado como referencia los planos de arquitectura y estructuras, con el fin de agregar placas de concreto armado sin alterar el diseño original, esto con el objeto de analizar su comportamiento sismorresistente. Las cargas que estarán presentes en la edificación de este proyecto son las cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS). La edificación consta de 4 pisos ubicada en la ciudad de Jaén, le corresponde una zona 2 con un $Z=0.25$, el factor de uso $U=1.00$, un tipo de suelo S2 con un $S=1.20$, un T_P y T_L de 0.60 y 2.00 respectivamente, un $C_T=$ de 35, siendo la edificación pórticos sin muros de corte, para lo cual se tuvo un T de 0.34 seg y un R_o de 7.

Para el factor de amplificación sísmica se usó las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)$$

b) Espectro de diseño para el análisis dinámico

Tabla 48

Valores de espectro del Edificio- Propuesta 2

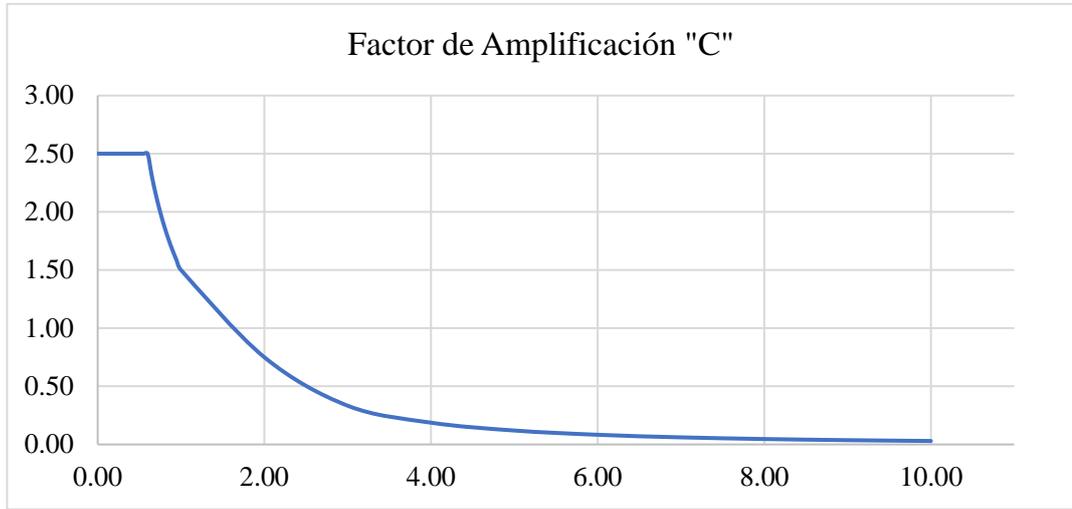
C	T	Sax	Say
2.50	0.00	0.140	0.140
2.50	0.05	0.140	0.140
2.50	0.10	0.140	0.140
2.50	0.15	0.140	0.140
2.50	0.20	0.140	0.140
2.50	0.25	0.140	0.140
2.50	0.30	0.140	0.140
2.50	0.35	0.140	0.140
2.50	0.40	0.140	0.140
2.50	0.45	0.140	0.140
2.50	0.50	0.140	0.140
2.50	0.55	0.140	0.140
2.50	0.60	0.140	0.140
2.31	0.65	0.129	0.129
2.14	0.70	0.120	0.120
2.00	0.75	0.112	0.112
1.88	0.80	0.105	0.105
1.76	0.85	0.099	0.099
1.67	0.90	0.093	0.093
1.58	0.95	0.088	0.088
1.50	1.00	0.084	0.084
0.75	2.00	0.042	0.042
0.33	3.00	0.019	0.019
0.19	4.00	0.011	0.011
0.12	5.00	0.007	0.007
0.08	6.00	0.005	0.005
0.06	7.00	0.003	0.003
0.05	8.00	0.003	0.003
0.04	9.00	0.002	0.002
0.03	10.00	0.002	0.002

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 48 se muestra factor de amplificación sísmica (C), periodo fundamental de vibración (T) y las aceleraciones sísmicas en direcciones x e y (Sax, Say). para el edificio - propuesta 2.

Figura 13

Gráfico del factor de amplificación "C" del Edificio - Propuesta 2

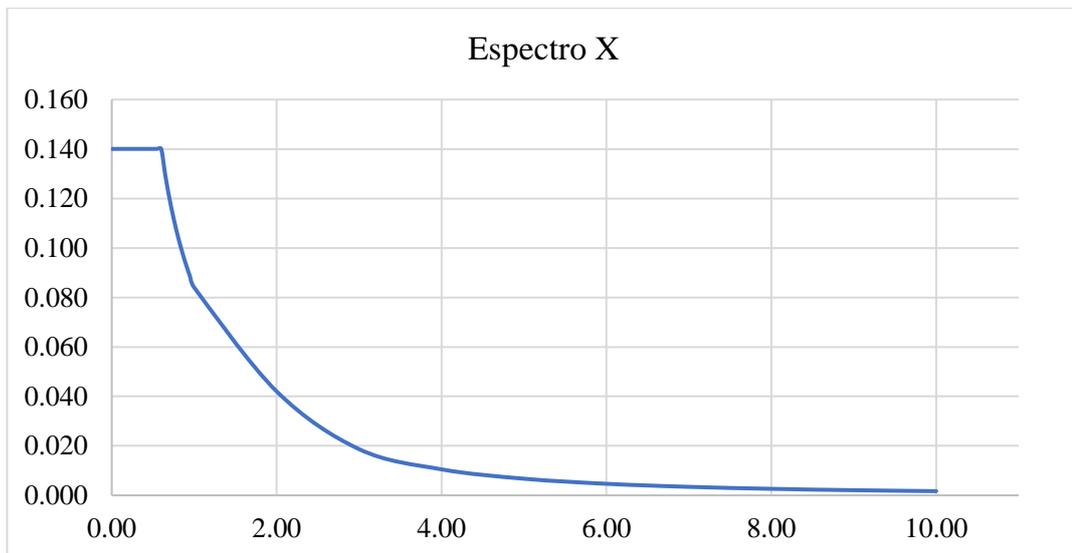


Fuente: Elaboración propia

La figura 13 muestra el gráfico de amplificación sísmica "C" en relación al periodo fundamental de vibración "T".

Figura 14

Gráfico de las aceleraciones en x-x del Edificio - Propuesta 2

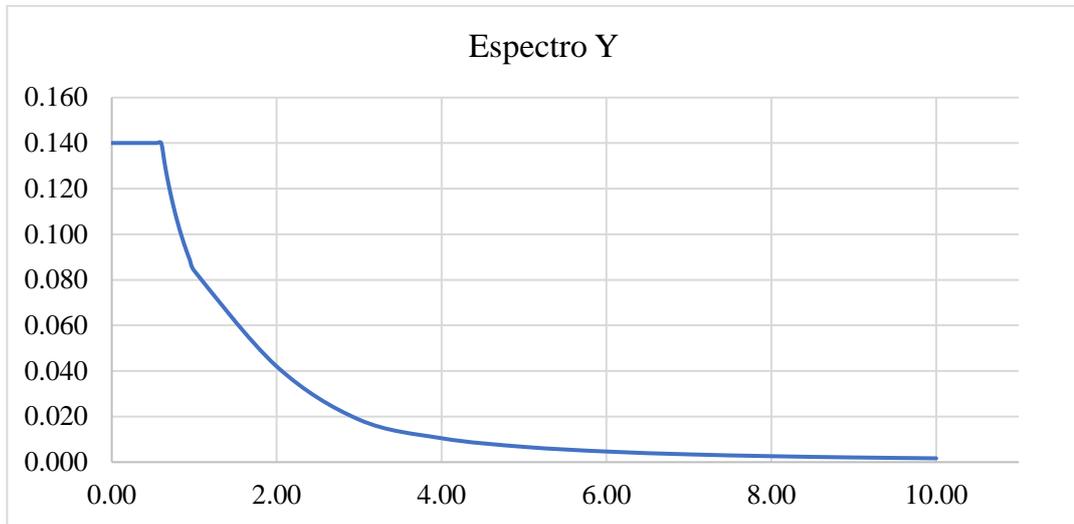


Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 muestra el gráfico de aceleraciones en "x-x" respectivamente, en relación al periodo fundamental de vibración "T"

Figura 15

Gráfico de las aceleraciones en y-y del Edificio – Propuesta 2



Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 muestra el gráfico de aceleraciones en “y-y” respectivamente, en relación al periodo fundamental de vibración “T”.

4.4.2.3. Parámetros sísmicos

Tabla 49

Parámetros sísmicos Utilizados del Edificio - Propuesta 2

Z	0.25
U	1
S	1.2
C	2.5
R	7
Ia	0.9
Ip	0.85
Rx	5.355
Ry	5.355

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 49 se muestra los parámetros sísmicos utilizados para el análisis de la edificación “Las Flores”.

4.4.2.4. Variaciones y desplazamientos

Tabla 50

Cuadro de variaciones del Edificio - Propuesta 2

SAP - Data				
Floor	U1	U2	Joint	
1	0.031622	0.025307	82	382
2	0.049511	0.042663	161	71
3	0.06454	0.060082	269	1133
4	0.074569	0.073857	15	1394

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la tabla 50, se muestran los desplazamientos máximos de cada piso, en las direcciones X e Y, y su ubicación en el modelado SAP.

Tabla 51

Derivas de entrepiso en dirección x-x del Edificio - Propuesta 2

X-X						
Floor	h (cm)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	Δ Máximo	Check
1	460	3.16	3.16	0.0069	0.007	OK
2	320	4.95	1.79	0.0056	0.007	OK
3	320	6.45	1.50	0.0047	0.007	OK
4	320	7.46	1.00	0.0031	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 51 se muestra las derivas de entrepiso x-x obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son inferiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030.

Tabla 52

Derivas de entrepiso en dirección y-y del Edificio - Propuesta 2

Y-Y						
Floor	h (m)	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	$\Delta r/h$	MAX	Check
1	460	2.53	2.53	0.0055	0.007	OK
2	320	4.27	1.74	0.0054	0.007	OK
3	320	6.01	1.74	0.0054	0.007	OK
4	320	7.39	1.38	0.0043	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 52 se muestra las derivas de entrepiso y-y obtenidos con el SAP 2000, donde dichas derivas son inferiores al valor máximo permitido (0.007), según la Norma E.030.



4.4.2.5. Irregularidades en la estructura

a. Irregularidad torsional

Tabla 53

Irregularidad torsional en la dirección X-X

Esquina	Joint	Dirección X				
		SE _x - max (m)	h: Alturas (m)	SE _x - max / h	Máx (SE _x - max / h)	1.3*Prom (SE _x - max / h)
δX1 =	35	0.00625	3.2	0.001953	0.002016875	0.002140975
	34	0.005741	3.2	0.001794		
	33	0.005486	3.2	0.001714		
	32	0.00641	4.6	0.001393		
δX2 =	105	0.00625	3.2	0.001953		
	104	0.005741	3.2	0.001794		
	103	0.005486	3.2	0.001714		
	102	0.00641	4.6	0.001393		
δX3 =	144	0.005242	3.2	0.001638		
	150	0.006454	3.2	0.002017		
	138	0.004754	3.2	0.001486		
	132	0.005426	4.6	0.00118		
δX4 =	5	0.005242	3.2	0.001638		
	4	0.006454	3.2	0.002017		
	3	0.004754	3.2	0.001486		
	2	0.005426	4.6	0.00118		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 53 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $Máx (SE_x - max / h) > 1.3 * Prom (SE_x - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional en la dirección x-x.

Tabla 54

Irregularidad torsional en la dirección Y-Y

Esquina	Joint	Dirección Y				
		SEy - max	h: Alturas (m)	SEy - max / h	Máx (SEy - max / h)	1.3*Prom (SEy - max / h)
δY1 =	35	0.009245	3.2	0.002889	0.003040625	0.003062633
	34	0.00973	3.2	0.003041		
	33	0.006885	3.2	0.002152		
	32	0.008471	4.6	0.001842		
δY2 =	105	0.008457	3.2	0.002643		
	104	0.007415	3.2	0.002317		
	103	0.007251	3.2	0.002266		
	102	0.007812	4.6	0.001698		
δY3 =	144	0.008457	3.2	0.002643		
	150	0.007415	3.2	0.002317		
	138	0.007251	3.2	0.002266		
	132	0.007812	4.6	0.001698		
δY4 =	5	0.009245	3.2	0.002889		
	4	0.00973	3.2	0.003041		
	3	0.006885	3.2	0.002152		
	2	0.008471	4.6	0.001842		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 54 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $Máx (SEy - max / h) > 1.3 * Prom (SEy - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional en la dirección y-y

b. Irregularidad torsional extrema en la estructura

Tabla 55

Irregularidad torsional extrema en la dirección X-X

Esquina	Joint	Dirección X				
		SEx - max (m)	h: Alturas (m)	SEx - max / h	Máx (SEx - max / h)	1.3*Prom (SEx - max / h)
δX1 =	35	0.00625	3.2	0.001953	0.002016875	0.002470356
	34	0.005741	3.2	0.001794		
	33	0.005486	3.2	0.001714		
	32	0.00641	4.6	0.001393		
	105	0.00625	3.2	0.001953		
δX2 =	104	0.005741	3.2	0.001794		
	103	0.005486	3.2	0.001714		
	102	0.00641	4.6	0.001393		
	144	0.005242	3.2	0.001638		
δX3 =	150	0.006454	3.2	0.002017		
	138	0.004754	3.2	0.001486		
	132	0.005426	4.6	0.00118		
δX4 =	5	0.005242	3.2	0.001638		
	4	0.006454	3.2	0.002017		
	3	0.004754	3.2	0.001486		
	2	0.005426	4.6	0.00118		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 55 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $Máx (SEx - max / h) > 1.5 * Prom (SEx - max / h)$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional extrema en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 56*Irregularidad torsional extrema en la dirección Y-Y*

Dirección Y						
Esquina	Joint	SEy - max	h: Alturas (m)	SEy - max / h	Máx (SEy - max / h)	1.3*Prom (SEy - max / h)
δY1 =	35	0.009245	3.2	0.002889	0.003040625	0.003533807
	34	0.00973	3.2	0.003041		
	33	0.006885	3.2	0.002152		
	32	0.008471	4.6	0.001842		
	105	0.008457	3.2	0.002643		
δY2 =	104	0.007415	3.2	0.002317		
	103	0.007251	3.2	0.002266		
	102	0.007812	4.6	0.001698		
	144	0.008457	3.2	0.002643		
δY3 =	150	0.007415	3.2	0.002317		
	138	0.007251	3.2	0.002266		
	132	0.007812	4.6	0.001698		
δY4 =	5	0.009245	3.2	0.002889		
	4	0.00973	3.2	0.003041		
	3	0.006885	3.2	0.002152		
	2	0.008471	4.6	0.001842		

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 56 se muestra desplazamientos articulares máximos para cada esquina de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con $\text{Máx (SEy - max / h)} > 1.5 * \text{Prom (SEy - max / h)}$, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad torsional extrema en la estructura en la dirección y-y.

c. Irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 25

Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección X-X

Piso	Vx (tonf) - SEx	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección x		
				Kj= Vx (tonf) - Sex / Δ Rel. (cm)	0.7*Kj+1	0.8 *Prom (Kj+1, Kj+2, Kj+1)
4	32.8995	7.46	1.01	32.5737624		
3	63.6356	6.45	1.5	42.4237333	22.8016337	
2	85.4769	4.95	1.79	47.7524581	29.6966133	
1	99.1339	3.16	3.16	31.3714873	33.4267207	32.733321

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 57 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $K_j < 0.7 * K_{j+1}$ para todos los pisos, de la segunda condición se tiene que tampoco cumple con $K_j < 0.8 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de rigidez de piso blando en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 58

Irregularidad de rigidez – Piso blando dirección Y-Y

piso	Vy (tonf) - Sey	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Dirección y		
				Kj= Vy (tonf) - Sex / Δ Rel. (cm)	0.7*Kj+1	0.8 *Prom (Kj+1, Kj+2, Kj+1)
4	32.8689	7.39	1.38	23.8180435		
3	63.6609	6.01	1.74	36.5867241	16.6726304	
2	85.4006	4.27	1.74	49.0808046	25.6107069	
1	99.1283	2.53	2.53	39.1811462	34.3565632	29.1961526

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 58 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $K_j < 0.7 * K_{j+1}$ en todos los pisos, de la segunda condición se tiene que tampoco cumple con $K_j < 0.8 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de rigidez de piso blando en la estructura en la dirección y-y.

d. Irregularidad extrema rigidez

Tabla 59

Irregularidad de extrema rigidez dirección X-X

Piso	Dirección x					
	Vx (tonf) - SEx	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Kj= Vx (tonf) - Sex / Δ Rel. (cm)	0.6*Kj+1	0.7 *Prom (Kj+1, Kj+2, Kj+1)
4	32.8995	7.46	1.01	32.5737624		
3	63.6356	6.45	1.5	42.4237333	19.5442574	
2	85.4769	4.95	1.79	47.7524581	25.4542400	
1	99.1339	3.16	3.16	31.3714873	28.6514749	28.6416559

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 59 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrepiso de la edificación en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $K_j < 0.6 * K_{j+1}$ para todos los pisos, de la segunda condición se tiene que tampoco cumple con $K_j < 0.7 * \text{prom} (K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de extrema rigidez en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 60

Irregularidad de extrema rigidez dirección Y-Y

piso	Dirección y					
	Vy (tonf) - Sey	Δ Abs. (cm)	Δ Rel. (cm)	Kj= Vy (tonf) - Sey / Δ Rel. (cm)	0.6*Kj+1	0.7 *Prom (Kj+1, Kj+2, Kj+1)

4	32.8689	7.39	1.38	23.8180435		
3	63.6609	6.01	1.74	36.5867241	14.2908261	
2	85.4006	4.27	1.74	49.0808046	21.9520345	
1	99.1283	2.53	2.53	39.1811462	29.4484828	25.5466335

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 60 se muestra las cortantes y desplazamientos para cada entrespacio de la edificación en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $K_j < 0.6 * K_{j+1}$ para todos los pisos, de la segunda condición se tiene que tampoco cumple con $K_j < 0.7 * \text{prom}(K_{j+1}, K_{j+2}, K_{j+3})$ por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de extrema rigidez en la estructura en la dirección y-y.

e. Irregularidad de resistencia – piso débil

Tabla 61

Irregularidad de resistencia piso débil dirección X-X

piso	Dirección x	
	$\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)}$	$0.8 * \sum V_{ci+1}$
4	1.1375	
3	1.1375	0.910
2	1.1375	0.910
1	1.1375	0.910

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 61 se muestra las áreas sumadas de las placas por piso en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la primera condición $\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)} < 0.8 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de resistencia piso débil en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 62

Irregularidad de resistencia piso débil dirección Y-Y

piso	Dirección y	
	$\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)}$	$0.8 * \sum V_{ci+1}$
4	1	
3	1	0.8

2	1	0.8
1	1	0.8

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 62 se muestra áreas sumadas de las placas por piso en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la condición $\sum V_{ci} (m^2) < 0.8 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad de resistencia piso débil en la estructura en la dirección y-y.

f. Irregularidad extrema de resistencia

Tabla 63

Irregularidad extrema de resistencia dirección X-X

Piso	Dirección x	
	$\sum V_{ci} (m^2)$	$0.65 * \sum V_{ci+1}$
4	1.1375	
3	1.1375	0.739375
2	1.1375	0.739375
1	1.1375	0.739375

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 63 se muestra las áreas sumadas de las placas por piso en la dirección x-x, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la $\sum V_{ci} (m^2) < 0.65 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad extrema de resistencia en la estructura en la dirección x-x.

Tabla 64

Irregularidad extrema de resistencia dirección Y-Y

Piso	Dirección y	
	$\sum V_{ci} (m^2)$	$0.65 * \sum V_{ci+1}$
4	1	
3	1	0.65
2	1	0.65
1	1	0.65

Fuente: Elaboración propia

De la interpretación de la Tabla 64 se muestra las áreas sumadas de las placas por piso en la dirección y-y, obtenidos con el SAP 2000, donde se tiene que no se cumple con la condición $\sum V_{ci} \text{ (m}^2\text{)} < 0.65 * \sum V_{ci+1}$, para todos los pisos, por ende, según la Norma E.030 no existe Irregularidad extrema de resistencia en la estructura en la dirección y-y.



V. DISCUSIÓN

Al evaluar el comportamiento sismorresistente del edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021, se tuvo que las derivas tuvieron valores en la dirección x-x, para el primer piso con 0.0283, para el segundo con 0.0149, tercer piso tuvo un valor de 0.0101 y para el último 0.0056 y para la dirección y-y, se tuvo valores de 0.0349, 0.0316, 0.0204, 0.0113 para los piso 1,2,3 y 4 respectivamente; lo cual es indicativo que las derivas soy mucho mayores al valor máximo de 0.007 que indica la norma, no cumpliendo para ambas direcciones, muy al margen que la deriva solo para el cuarto piso de la dirección x-x cumpla; según Altamirano (2021) en su investigación desempeño sismorresistente del pabellón “D” de educación secundaria de la institución educativa de San Ramón – Cajamarca, refiere que en estos casos de no cumplimiento de las derivas, es típico en la gran mayoría de edificaciones porque carecen de rigidez en sus columnas y que al el evaluarlo dan como resultados derivas mucho mayores a lo que sugiere la norma. Al no tener resultados positivos se presenta una propuesta 01, cuyo diseño se basó en predimensionamiento, para lo cual se tuvo como resultados las siguientes derivas, para la dirección x-x valores de 0.0249, 0.0133, 0.0090 y 0.049 y para la dirección y-y valores de 0.0261, 0.0205, 0.0136 y 0.0073, para el 1, 2, 3 y 4 piso respectivamente, donde también se evidencio el no cumpliendo de las derivas, es por ello que Guerrero y Rivera (2019) en su investigación que tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de 4 niveles usando el programa ETABS V16.1.2, menciona en su investigación que al trabajar con el predimensionamiento muchas veces se seguirán teniendo resultados desfavorables. Para la propuesta 02 se incorporó placas en el diseño, ubicándose en los diferentes ejes a fin de aumentar la rigidez de la estructura, donde al avaluarlo se tuvo como resultados las siguientes derivas, para la dirección x-x valores de 0.0069, 0.0056, 0.0047 y 0.0031 para la dirección y-y valores de 0.0055, 0.0054, 0.0054 y 0.0043, para el 1, 2, 3 y 4 piso respectivamente, donde se evidencia el cumplimiento de las derivas; como la de Julca (2020) en su investigación desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000, donde las derivas cumplen con la normativa nacional y esto debido a incorporación de placas en la dirección x-x e y-y, poseen suficiente rigidez.

Para la identificación de los elementos que componen el sistema estructural se realizó diversas visitas a la edificación, procediéndose a ubicar y tomar medidas correspondientes, donde se tuvo que cuenta con cinco tipos de columnas entre cuadradas y circulares, C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 cuyas dimensiones fueron 30x30cm, 35x35cm, 40x40cm, D=40cm y 30x15cm respectivamente. Para las vigas se tuvo cinco tipos de vigas, vp – 01, vp – 02, vs – 01, vch – 02, y vb, cuyas dimensiones fueron 25x50cm, 25x30cm, 25x20cm, 20x20 y 15x20cm respectivamente; y para la losa aligerada se verifico un espesor de 0.20cm para todos los pisos. Por otro lado, se evidencio que los elementos estructurales se encuentran en óptimas condiciones; esto concuerda con lo que indica Abad y Guivar (2019) en su tesis investigación que tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva Norma E-030- 2018 en la I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019, en la cual a falta de planos estructurales se tomó como solución plantear constantes visitas con el fin de identificar los elementos estructurales para el modelado y su respectiva comparativa con la Norma E.030 Y E.60.

Por otro lado, también se tiene a Calderón y Rodríguez (2020) en su investigación, Diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, utilizando estructuras aperticadas y placas de concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto en el distrito de Surco-2020, donde tuvo como primer procedimiento, realizar la visita de la edificación para poder tomar las medidas necesarias de la vivienda, ubicación de sus elementos estructurales así como sus medidas, para su posterior modelamiento. Y de la misma forma procedió Pineda y Ponce (2019), para obtener información de la vivienda en su investigación, análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar en la ciudad de Trujillo, mediante la norma E030-2003 y E030-2019.

Para la verificación de los criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente, para el edificio de concreto armado (patrón) se tuvo que, la consideración de cargas muertas en función del tipo de materiales, dimensiones y cantidad de los elementos estructurales y no estructurales, para las cargas vivas y de sismo cuyos valores se hallaron en base a la normativa vigente; el factor de zona fue el numero 2; el factor de uso o importancia con categoría C y con un valor de 1.00; para los parámetros de sitio se tuvo un factor de suelo S de 1.20, un Tp de 0.6 y un TL de 2.00; el periodo fundamental de

vibración T un valor de 0.34seg, resultado de cociente de la altura total de la edificación $h_n = 14.20\text{m}$ y $C_T = 35$ de pórticos de concreto armado sin muros de corte; un factor de amplificación sísmica en base a la normativa que están en función T, T_p y T_L que sirvió para confeccionar el espectro de diseño para el análisis dinámico y para el sistema de estructural se tuvo pórticos, con un coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas de 8. Datos similares tuvo Portilla (2019) en su investigación, que tuvo como objetivo evaluar el diseño estructural de un edificio de concreto armado, para ello se basó en criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Para la propuesta 01, se consideró los mismos valores que el edificio de concreto armado (patrón) concerniente a la verificación de criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente, a excepción de la consideración de cargas muertas, debido que para esta propuesta se realizó en función al predimensionamiento lo cual conllevó que las dimensiones de los elementos estructurales varíen. Cabe señalar que Mamani (2021) en su investigación, evaluación sismo resistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del Distrito Baños del Inca, Cajamarca, 2021, tuvo la consideración de los mismos valores de verificación de criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente de la I. E como tal (patrón), para su primera propuesta de solución (con el predimensionamiento) a excepción de la las cargas muertas. Por otro lado, para la propuesta 02 también se tuvo los mismos valores del edificio de concreto armado (patrón), a excepción de la consideración de cargas muertas y el sistema de estructural que fue dual con un coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas de 7, puesto que la propuesta se realizó en función de consideración de adición de placas; esto coincide con lo que propuso Guerrero y Rivera (2019) en su investigación evaluación del comportamiento sismorresistente usando Etabs de un edificio de 4 niveles, San Marcos, Huari, 2018.

Evaluando los desplazamientos de entrepiso según la norma E.030 “diseño sismorresistente, para el edificio de concreto armado (patrón) se tuvo que las derivas en la dirección x-x, en algunos casos se llegó a triplicar el valor máximo permitido y en la dirección y-y, llegó a cuadruplicar el máximo permitido, con lo cual no se sostiene la hipótesis planteada: “Al realizar la evaluación del comportamiento sismorresistente del Edificio de Concreto Armado de 04 Niveles empleando la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, se determinó que los desplazamientos laterales no exceden el mínimo

aceptable (0.007)”, no cumpliendo, debido a la falta de rigidez en las columnas. Según Guerrero y Rivera (2019) en su investigación, evaluación del comportamiento sismorresistente usando Etabs de un edificio de 4 niveles, San Marcos, Huari, 2018, determino que la vivienda evaluada no cumplió con las derivas tanto en la dirección x-x e y-y, puesto que las derivas para ambas direcciones eran hasta dos a tres veces más del límite permisible, esto debido a la falta de rigidez en sus elementos estructurales; los mismos resultados tuvo con Romero (2020) en su investigación que tuvo como objetivo realizar una evaluación sismorresistente de una vivienda de dos plantas mediante la utilización de un software de análisis estructural, cuyas derivas de la viviendas evaluada no cumplieron su normativa nacional esto debido a la poca cantidad de columnas.

Ante el no cumplimiento de las derivas del edificio de concreto armado (patrón), se presentó medidas para mitigar el impacto en la estructura, donde se tiene la propuesta 01, donde su diseño sismorresistente se trabajó en función de su predimensionamiento, y que al evaluarlo se tuvo datos muy similares a las derivas del edificio de concreto armado, no cumpliendo con el mínimo requerido por la normativa vigente; esto es similar a la primera propuesta que hizo Ledesma y Martínez (2018) en su investigación evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—caso de estudio localidades de: bosa, ciudad Bolívar, San Cristóbal y USME, donde trabajo su diseño sismorresistente con el predimensionamiento, y tuvo que las derivas tampoco cumplieron con el mínimo que solicita la normativa de su país. Otra alternativa fue la propuesta 02, que consistió en la incorporación de placas en los diferentes ejes a fin de aumentar la rigidez de la estructura, ubicándolos en puntos estratégicos, donde al evalúalo tuvo como resultados que las derivas en entrepiso con muy inferiores a la deriva máxima de la normativa (7/1000), dando cumplimiento a la norma; siendo esta propuesta una de las más asertivas para mitigar el impacto en la estructura, de tal forma Cobo (2021) en su investigación estudio sismorresistente de viviendas unifamiliares sometidas a terremotos de campo cercano, opto también por la edición de placas al diseño de su estructura para poder dar cumplimiento a las derivas que demanda su normativa nacional.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Al evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles (patrón) empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021, se concluye que NO CUMPLE, con los parámetros de la norma, del mismo modo para la propuesta 01, siendo la propuesta 02 la que CUMPLE.
- Se identificaron los elementos estructurales del edificio “Las Flores”, columnas, vigas y losa aligerada, así como la ubicación y toma de medidas para su posterior realización del plano, al no contar con estos.
- Que para el diseño del edificio de concreto armado de 04 niveles (patrón), propuesta 01 y propuesta 02 se verificaron o tomaron los criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente – 2018.
- Evaluando los desplazamientos de entrepiso según la norma E.030 “diseño sismorresistente - 2018, para el edificio de concreto armado (patrón), se tuvo que estos no cumplieron, debido a que excedieron la máxima deriva de 0.007.
- De las medidas para mitigar el impacto en la estructura, se concluyó que la mejor propuesta para mitigar el sismo en la estructura fue aplicar elementos rígidos (placas) en ambas direcciones, haciendo referencia a la propuesta 02, convirtiendo la edificación de sistema de tipo Dual, en el cual a través de un análisis sísmico se corrobora una excelente respuesta la sismo llegando a mostrar valores por debajo del límite máximo permitido.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles (patrón) empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021, con otros programas.
- Se recomienda que al momento de construir una edificación los elementos estructurales como columnas sean bien circulares o rectangulares.
- Se recomienda el uso de verificación o toma los criterios de la norma E.030 Diseño Sismorresistente – 2018, puesto que la más actualizada y así como el uso de reglamento nacional de edificaciones.
- Se recomienda no diseñar y/o construir con sistemas aporticados para edificaciones de más de 04 niveles y con gran área compuesta, puesto que su rigidez en las direcciones “x” e “y” es reducida y su respuesta sismorresistente no es adecuada.
- Se recomienda diseñar de concreto armado las edificaciones de gran área y altura con sistema de tipo Dual, es decir con sistema aporticado y placas, con el fin de proporcionar rigidez a la estructura en los ejes que sean necesarios y así obtener la respuesta sismorresistente deseada.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M. y Guivar, N. (2019). *Comportamiento Estructural Sismorresistente Mediante El Análisis Estático Aplicando La Nueva Norma E-030- 2018 En La I. E. Sagrado Corazón, Jaén 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional Digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/221>
- Altamirano, R. (2021). *Desempeño sismorresistente del pabellón “D” de educación secundaria de la institución educativa de San Ramón – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/4433>
- Ardila, L. (2014). *Efecto de la carga viva en el diseño sísmico de estructuras de almacenamiento de un piso* [Tesis de Posgrado, Universidad de los Andes]. Repositorio digital de la Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12591/u686519.pdf?sequence=1>
- Álvarez, E. y Peña, E. (2020). Estudio de variantes de edificios de viviendas de mampostería reforzada en zonas sísmicas. *Ciencia en su PC*, 1(2), 96-113. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181363909007/181363909007.pdf>
- Blanco, A. (2011). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. https://www.academia.edu/9942581/Estructuracion_y_Disenio_de_Edificaciones_de_Concreto_Armado_Antonio_Blanco_Blasco
- Blanco, M. (2012). Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27(3), 71-84. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07984065201200030008&lng=es&tlng=es.
- Carrillo, J. (2009). Estimación de los periodos naturales de vibración de viviendas de baja altura con muros de concreto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 19(1), 39-54. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v19n1/v19n1a03.pdf>
- Calderón, L. y Rodríguez, E. (2019). *Diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, utilizando estructuras aporticadas y placas de*

concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto en el distrito de Surco-2020 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65451/Calder%203%b3n_RLA-D%20adaz_RE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabrera, C. (2022). *Evaluación sismo resistente de una vivienda de dos plantas de hormigón armado ubicada en la ciudad de santa rosa* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital de la UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18439/1/ECFIC-2022-IC-DE00009.pdf>

Capraro, S., Ortiz, S. Y Valencia, R. (2018). Los efectos económicos de los sismos de septiembre. *Economía Informal*, 408, 16-33. <http://132.248.45.5/assets/pdfs/econinfo/408/02CapraroOrtizValencia.pdf>

Chávez, M. (2018). *Análisis sismorresistente en la I.E. N° 82069 del distrito de Llacanora, provincia Cajamarca, Región Cajamarca, en el año 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31954>

Colina, J. y Ramírez, H. (1999). Características de los sismos y sus efectos en las construcciones (Segunda de dos partes). *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 6(2), 169-175. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=104/10401510>

Cobo, A. (2021). *Estudio sismorresistente de viviendas unifamiliares sometidas a terremotos de campo cercano* [Tesis de grado, Universidad de Jaén]. Repositorio de Trabajos Académicos de la Universidad de Jaén. <https://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/14726>

Flores, E. (2021). Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático No lineal Pushover: Estudio de caso. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(50), 56-90. <https://revistas.univalle.edu/index.php/ciencias/article/view/20>

- Guerrero, A. y Rivera, W. (2019). *Evaluación del comportamiento sismorresistente usando Etabs de un edificio de 4 niveles, San Marcos, Huari, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39994>
- Guzhñay, F. (2012). *Estudio del comportamiento del acero A36 mediante ensayos de tracción para determinar fallas en elementos estructurales, mediante la norma ASTM E-8* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3035>
- Hernán, A. (2014). *Estructuras: 1 apuntes de clase*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/693803.pdf>
- Hernández, O. (2021). *Evaluación estructural de una vivienda de mampostería de concreto de dos niveles bajos los nuevos lineamientos del Código Sísmico de Costa Rica y su versión vigente* [Tesis de Pregrado, Universidad Latina de Costa Rica]. Repositorio Digital Ulatina. https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1429/1/TFG_Ulatina_Oriana_Hernandez_Vazquez_20150220383.pdf
- Huaman, J. (2021). *Diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de muros de concreto armado en Surquillo–Lima* [Tesis de pregrado, Pontificia universidad católica del Perú]. Repositorio Digital PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20179>
- Indeci (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén*. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/jaen/jaen.pdf
- Julca, S. (2020). *Desempeño Sismorresistente de la Institución Educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto - Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54675/Julca_ASP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ledesma, L. y Martínez, L. (2018). *Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—caso de estudio localidades de: bosa, ciudad Bolívar, San Cristóbal y USME* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22821/1/INFORME%20PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>
- Mamani, J. (2021). *Evaluación Sismo resistente del pabellón “A” de la I. E. Andrés Avelino Cáceres del Distrito Baños del Inca, Cajamarca, 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82530>
- Mosqueira, M. (2012). Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 8(22), 43-58. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/189>
- Mucha, J. (2019). *Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.0.30 anterior y la actual vigente* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7026>
- Murillo, G. (2004). *Análisis de las causas que dieron origen a los daños estructurales, en las edificaciones del Estado de Puebla, provocados por el sismo del 15 de junio de 1999* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas Puebla]. Biblioteca UDLAP. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/murillo_j_cg/
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. http://www.disaster-info.net/safehospitals_refdocs/documents/spanish/FundamentosParaLaMitigacion.pdf
- Oviedo, R. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado*. <https://isbn.cloud/9786124716935/disenio-sismorresistente-de-edificaciones-de-concreto-armado/>.

- Pineda, L. y Ponce, M. (2021). *Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70749>
- Stewart, D. (2021). El terremoto de 1657 en Concepción, Chile. Un análogo colonial del terremoto en Maule 2010. *Cuadernos de historia (Santiago)*, (55), 191-221. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-12432021000200191&script=sci_arttext
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Reglamento nacional de Edificaciones: Norma E.020 Cargas*. <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). *Reglamento nacional de Edificaciones: Norma E.060 Concreto armado*. <https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwwm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view>
- Portilla, V. (2019). *Diseño estructural de un edificio de concreto armado en Surco* [Tesis de Pregrado, Pontificia universidad católica del Perú]. Repositorio Digital de la PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15997>
- Reyes, J. y Carranza K. (2021). *Análisis sísmico del nuevo proyecto de la Institución Educativa 81583 la Merced, Distrito de Laredo – Trujillo – La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72017>
- Rodríguez, Mario. (2016). Una revisión crítica de la práctica de diseño por sismo de estructuras en México. *Ingeniería sísmica*, (94), 27-48.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100027&lng=es&tlng=es

Romero, M. E. (2020). *Evaluación Sismorresistente de una Vivienda de Dos Plantas Construidas con Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada (Caso Pórticos Resistente a Momento)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital de la UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15645>

Rotondo, M. y Barbat, H. (1999). *Diseño sismorresistente de edificios*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TKwTAKb4e00C&oi=fnd&pg=PA3&dq=El+dise%C3%B1o+sismorresistente+%&ots=ni-GC_KnuK&sig=8wG8fts yn2liAK6lIujr9uk6w54#v=snippet&q=sismorresistente&f=false

Vasco, P. (2003). *Guía para Análisis y Diseño Estructural de Edificios de Hormigón Armado*. [Tesis Doctoral, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital Universidad la universidad de Ambato. <https://cutt.ly/KkuYeNU>

Pérez, G. y Neyra, P. (2021). Sismicidad y percepción de riesgo en el departamento de Ica, Perú. *Revista Campus*, 26(32). <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/view/2135>

DEDICATORIA

A mis Padres y a mi Hermana, por ser un ejemplo en mi vida, por su apoyo incondicional, por guiar mi camino, por ser motivación para alcanzar mis metas y ser la fuerza que guía mi vida.

Meza Bure Luis Adrian

A mi familia, por ser un ejemplo de superación, y por inculcarme el valor de la responsabilidad en cada una de las metas que me he planteado.

Merino Campoverde Jhorlyn



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos agradecer a nuestro Asesor Mg. Ing. José Piedra Tineo, ya que con sus conocimientos y apoyo nos guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados esperados.

También queremos agradecer a la Universidad Nacional de Jaén, por brindarnos todos los recursos, herramientas y conocimientos, que fueron indispensables para llevar a cabo el proceso de investigación.

Por último, individualmente, yo Luis Adrian Meza Bure, quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles, y por los ánimos de superación en todo el proceso de mi formación académica

Al igual, yo Jhorlyn Merino Campoverde, quiero agradecer a mis Padres por su apoyo y por sus consejos cada día, y por no dejarme rendir en mi camino profesional

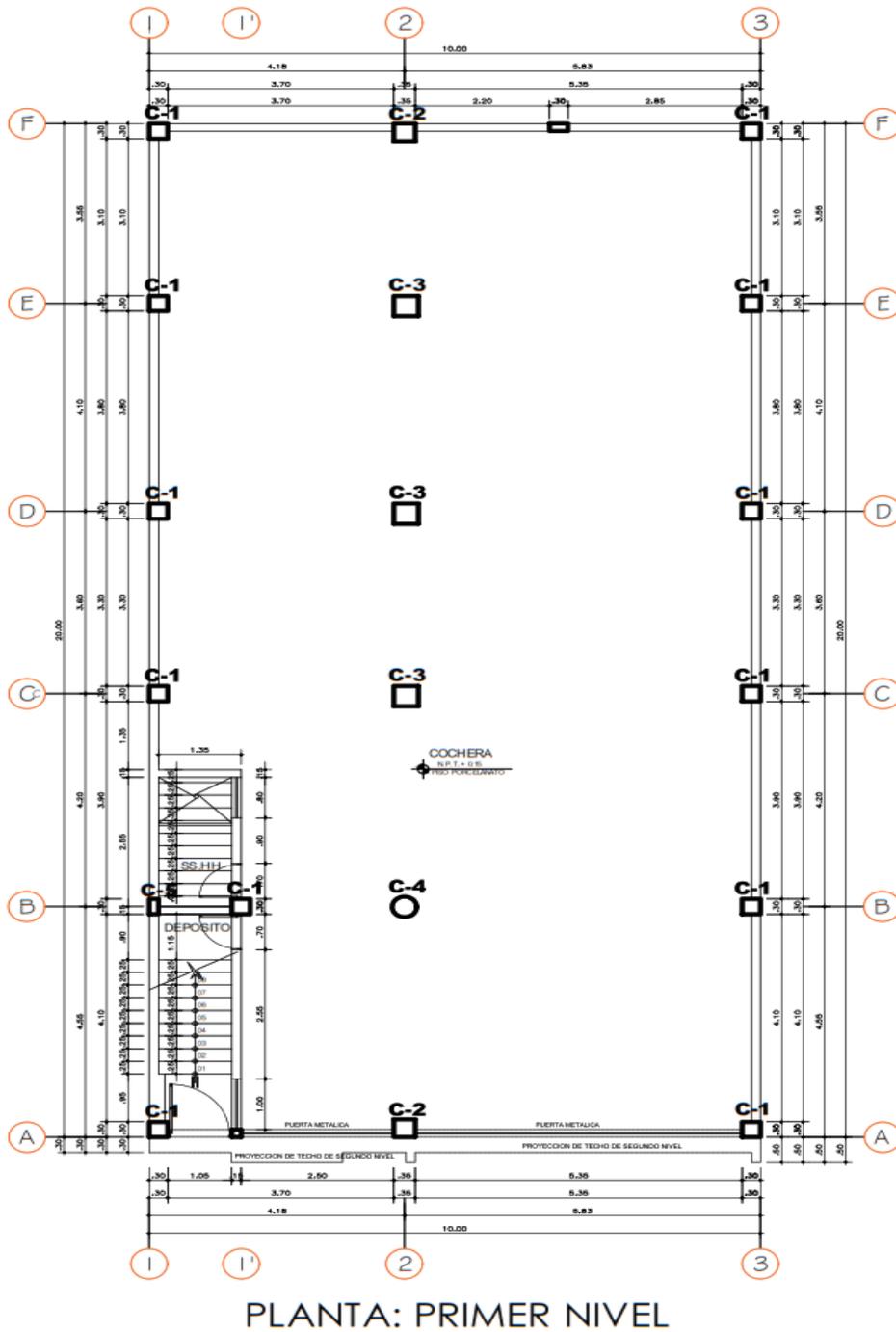


ANEXOS

A. Planos de Edificio de concreto armado

Anexo 1

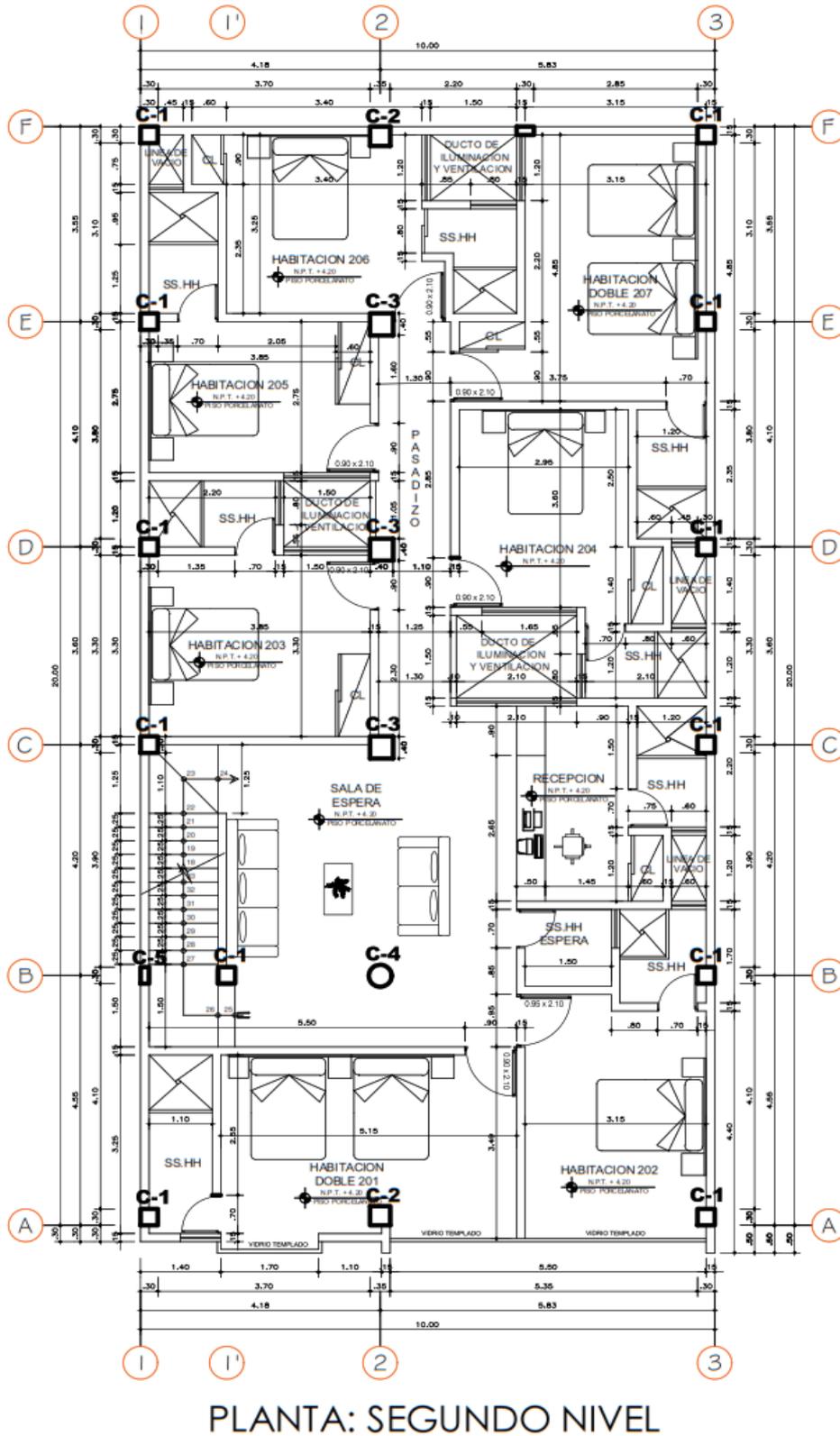
Plano A - 01: distribución de las columnas del edificio evaluado 1er nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

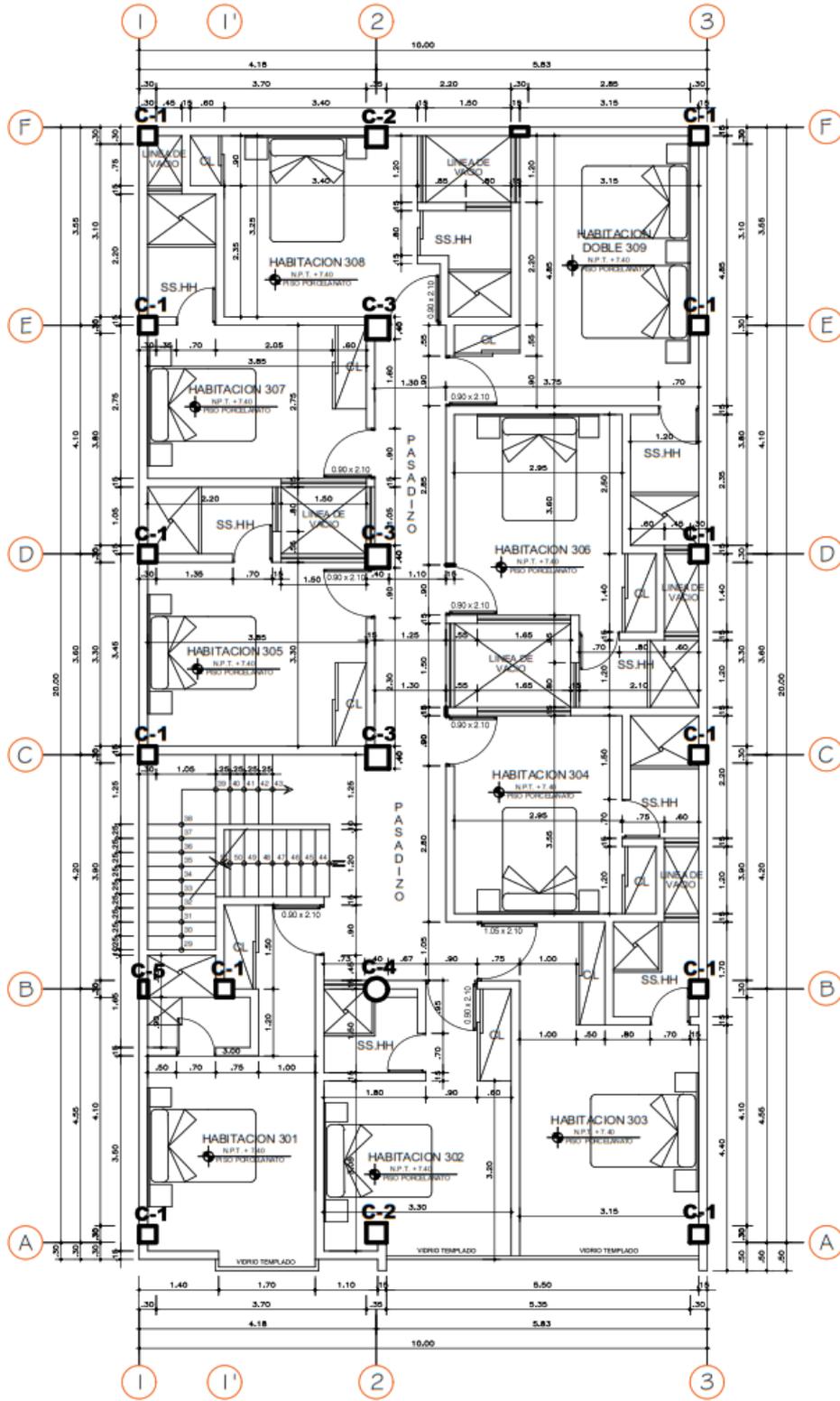
Plano A - 02: distribución de las columnas del edificio evaluado 2do nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Plano A - 03: distribución de las columnas del edificio evaluado 3er nivel

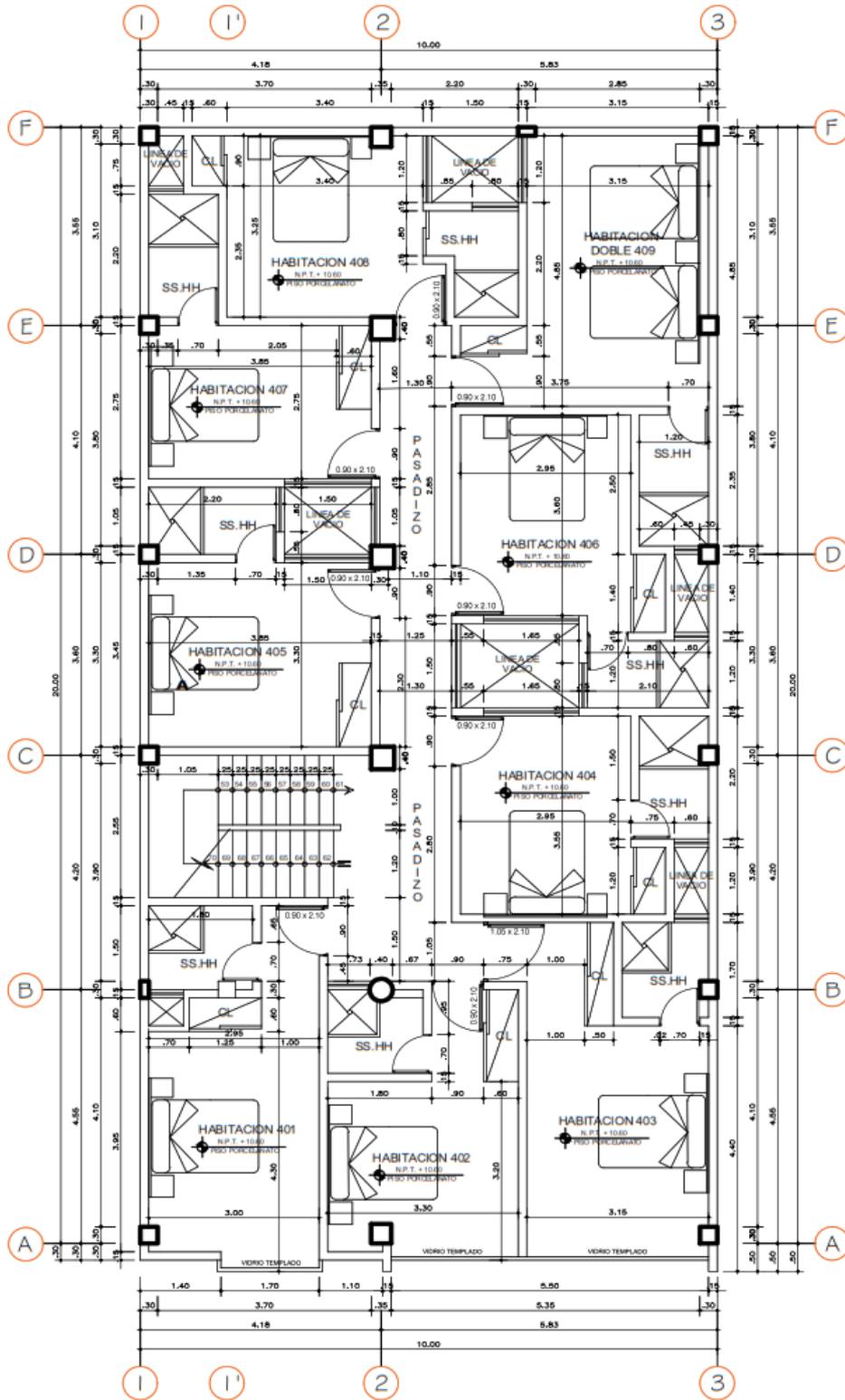


PLANTA: TERCER NIVEL

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

Plano A - 04: distribución de las columnas del edificio evaluado 4to nivel

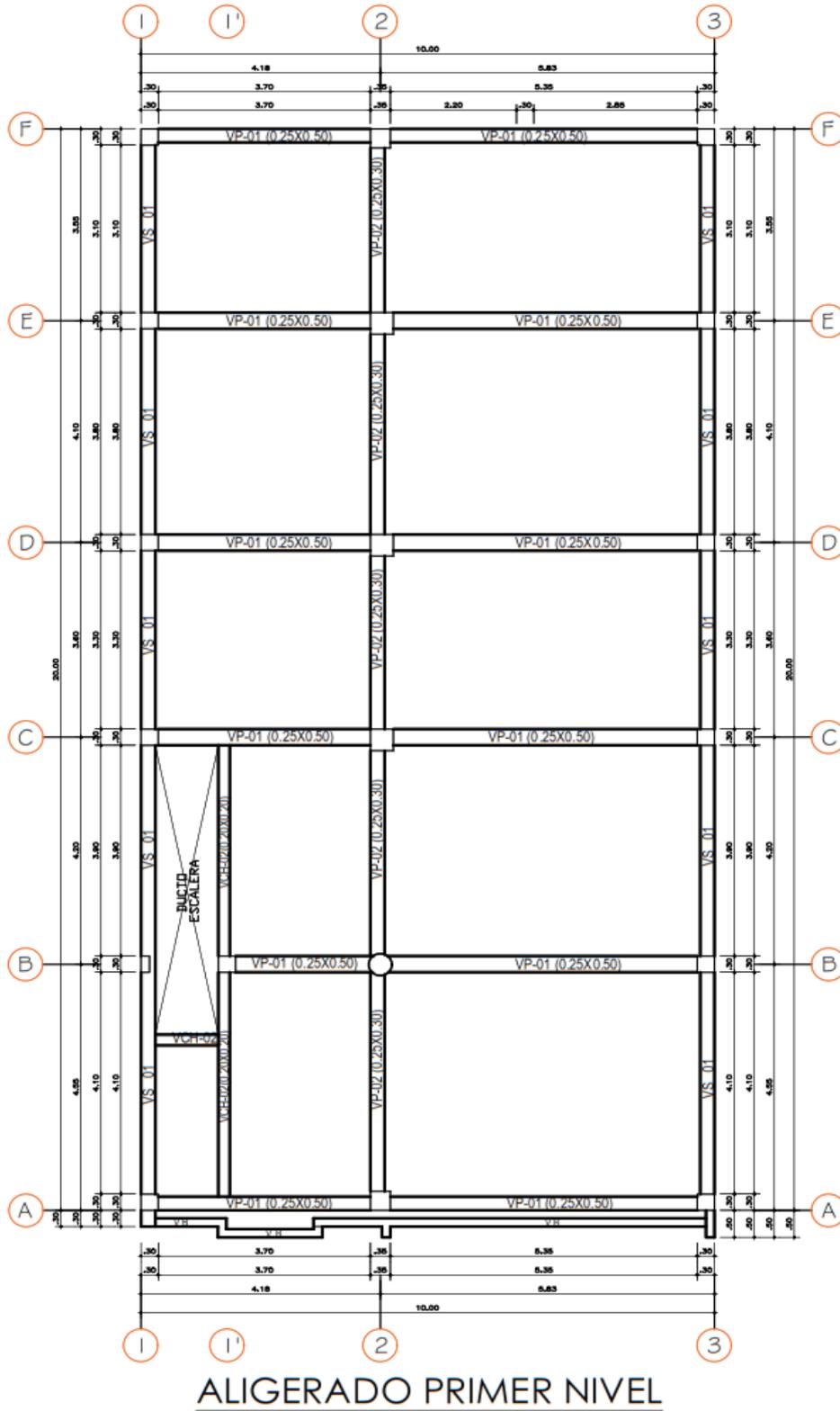


PLANTA: CUARTO NIVEL

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

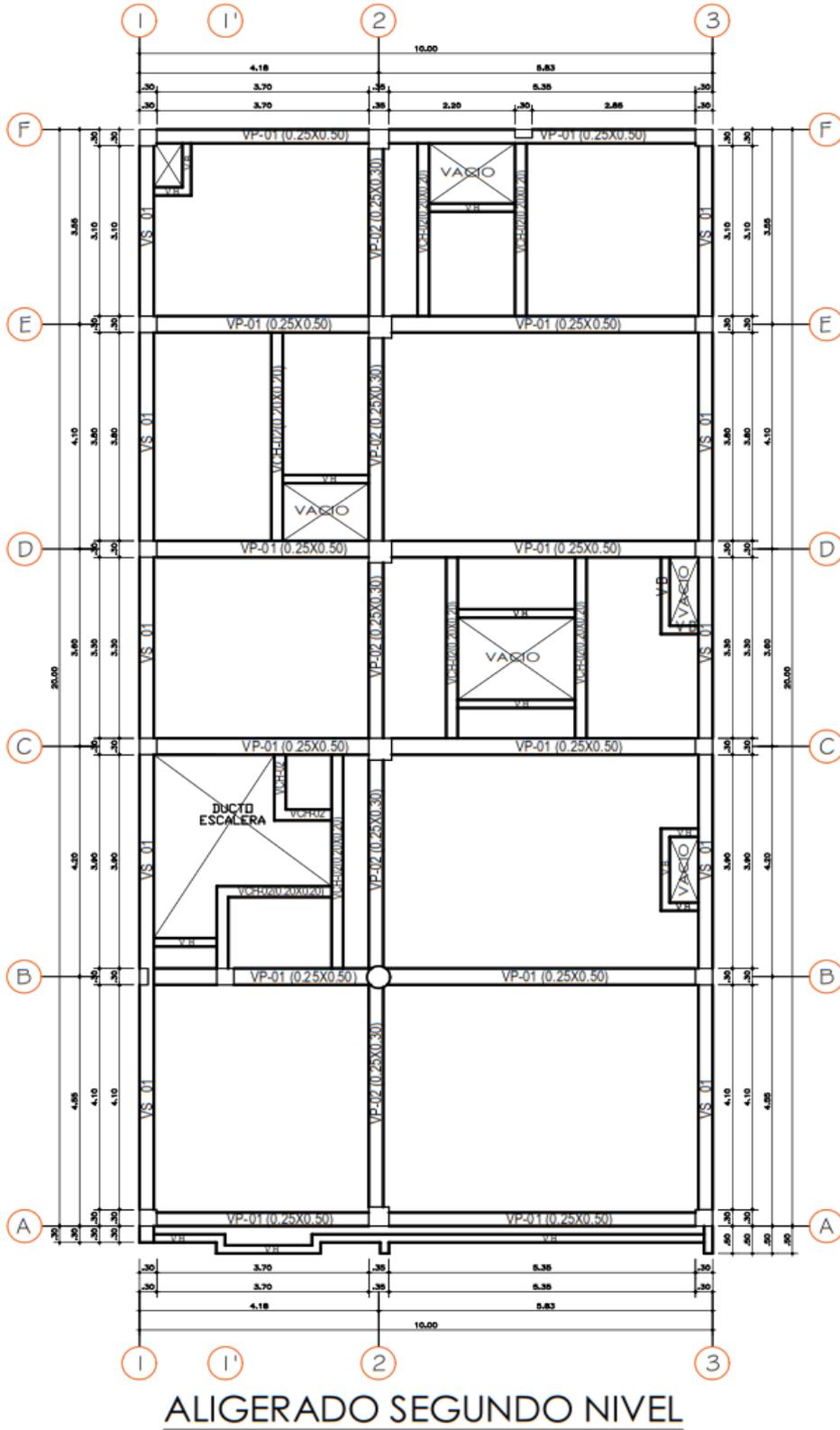
Plano EA - 01: distribución de las vigas del edificio evaluado 1er nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

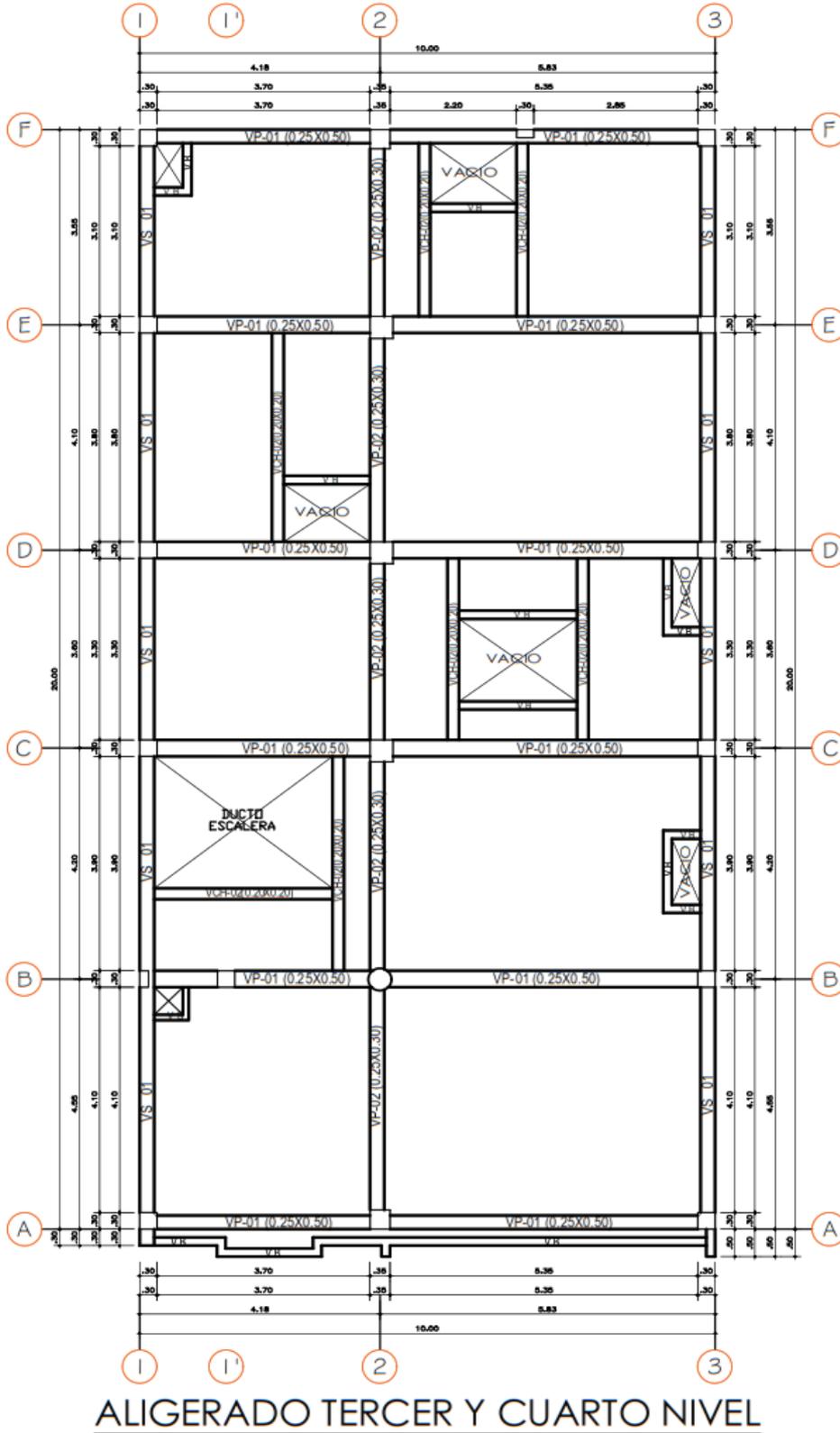
Plano EA - 02: distribución de las vigas del edificio evaluado 2do nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

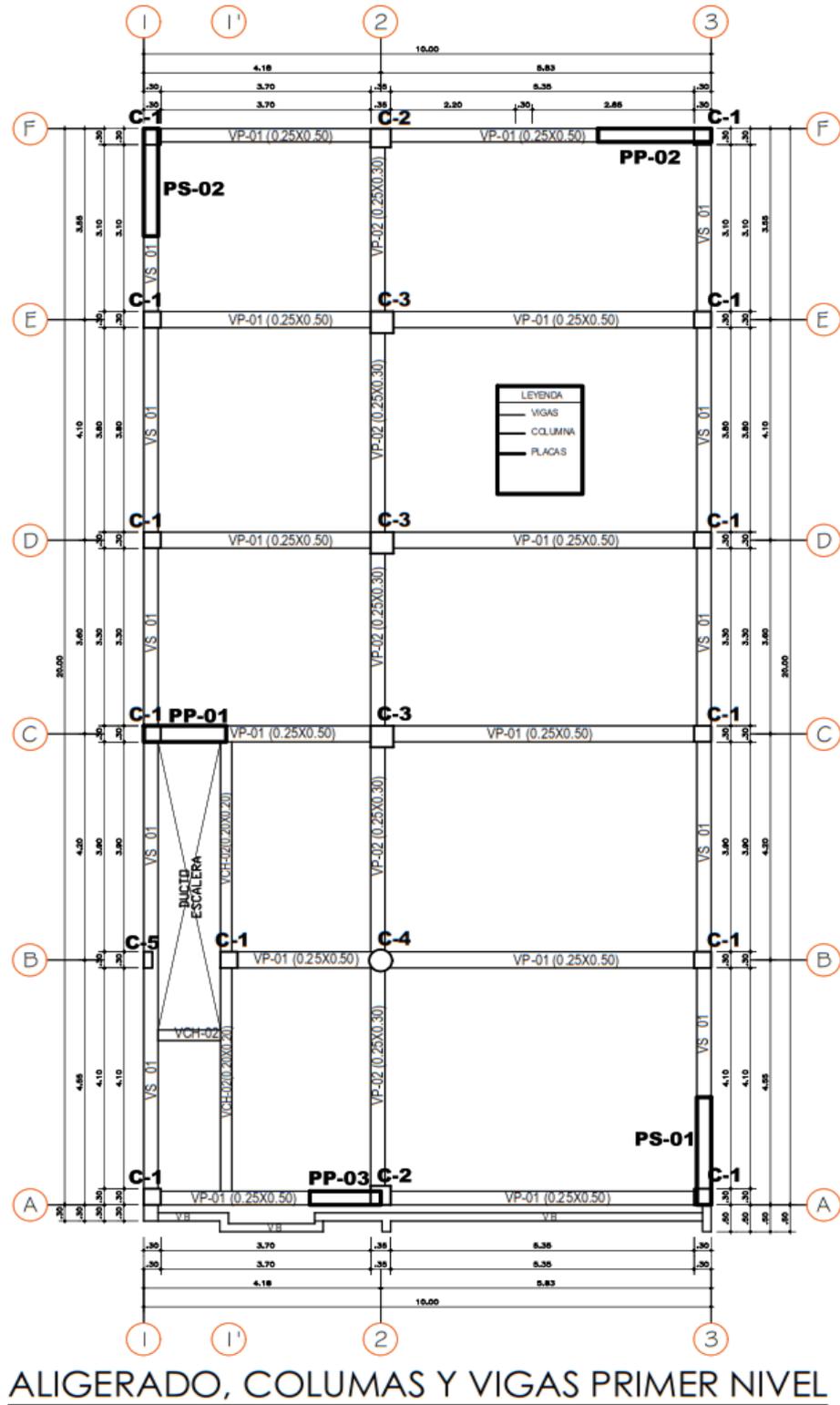
Plano EA - 03: distribución de las vigas del edificio evaluado 3er y 4to nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Plano EACV - 01: distribución de aligerado, columnas y vigas de la propuesta 02 - 1er nivel

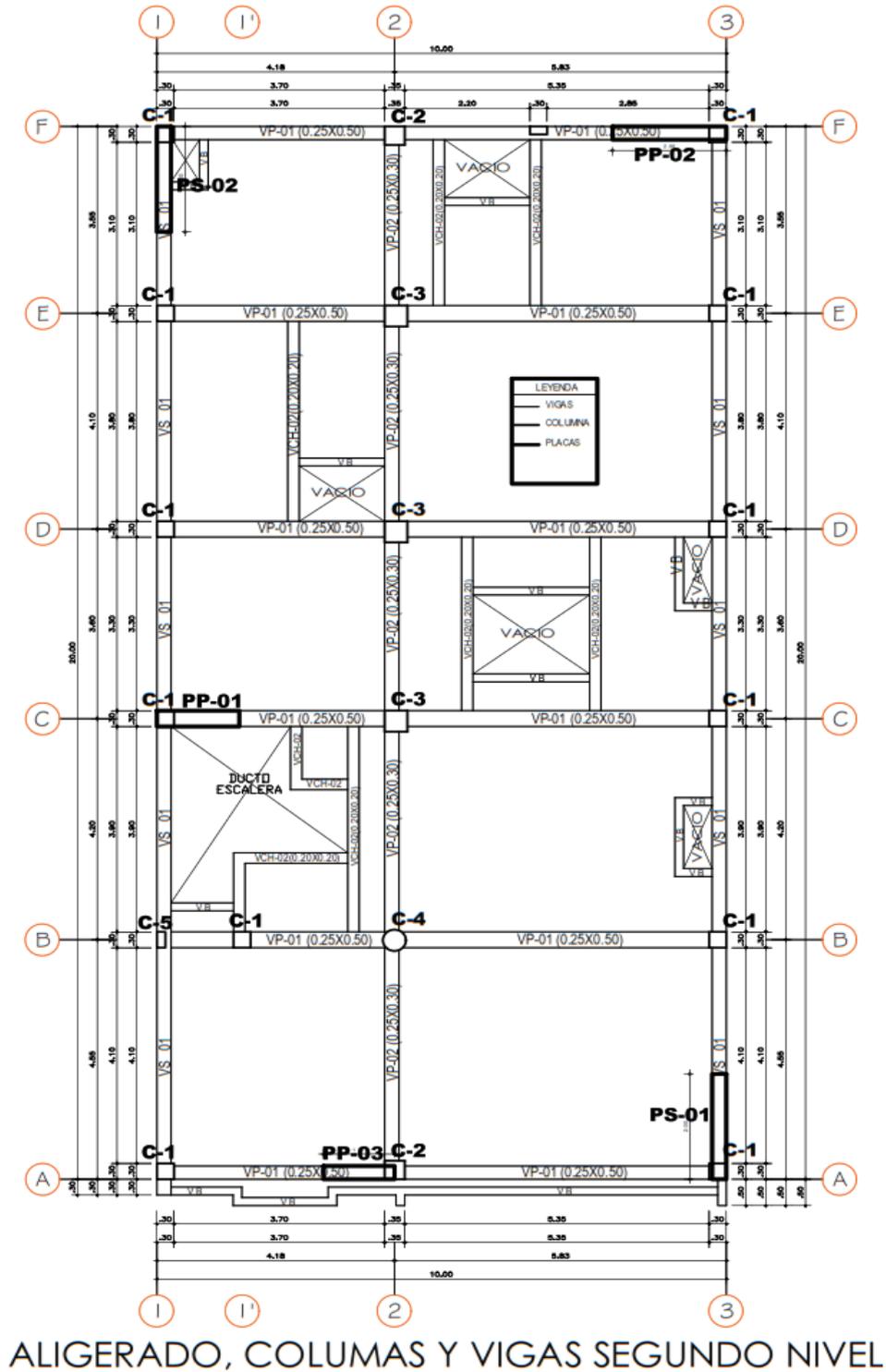


Fuente: Elaboración propia

B. Planos de la propuesta 02

Anexo 9

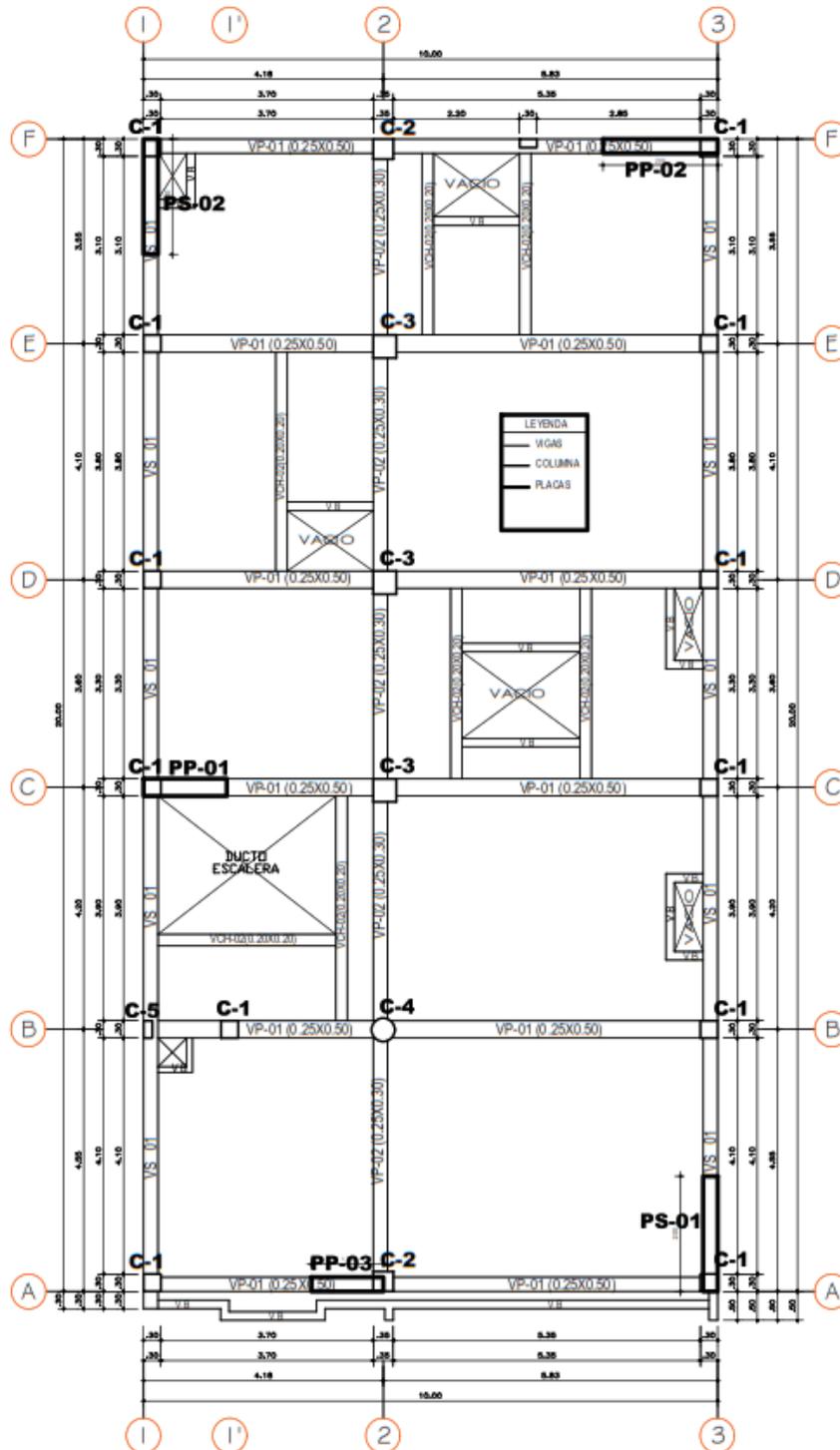
Plano EACV - 02: distribución de aligerado, columnas y vigas de la propuesta 02 – 2do nivel



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

Plano EACV - 03: distribución de aligerado, columnas y vigas de la propuesta 02 – 3er y 4to nivel



ALIGERADO, COLUMNAS Y VIGAS TERCER Y CUARTO NIVEL

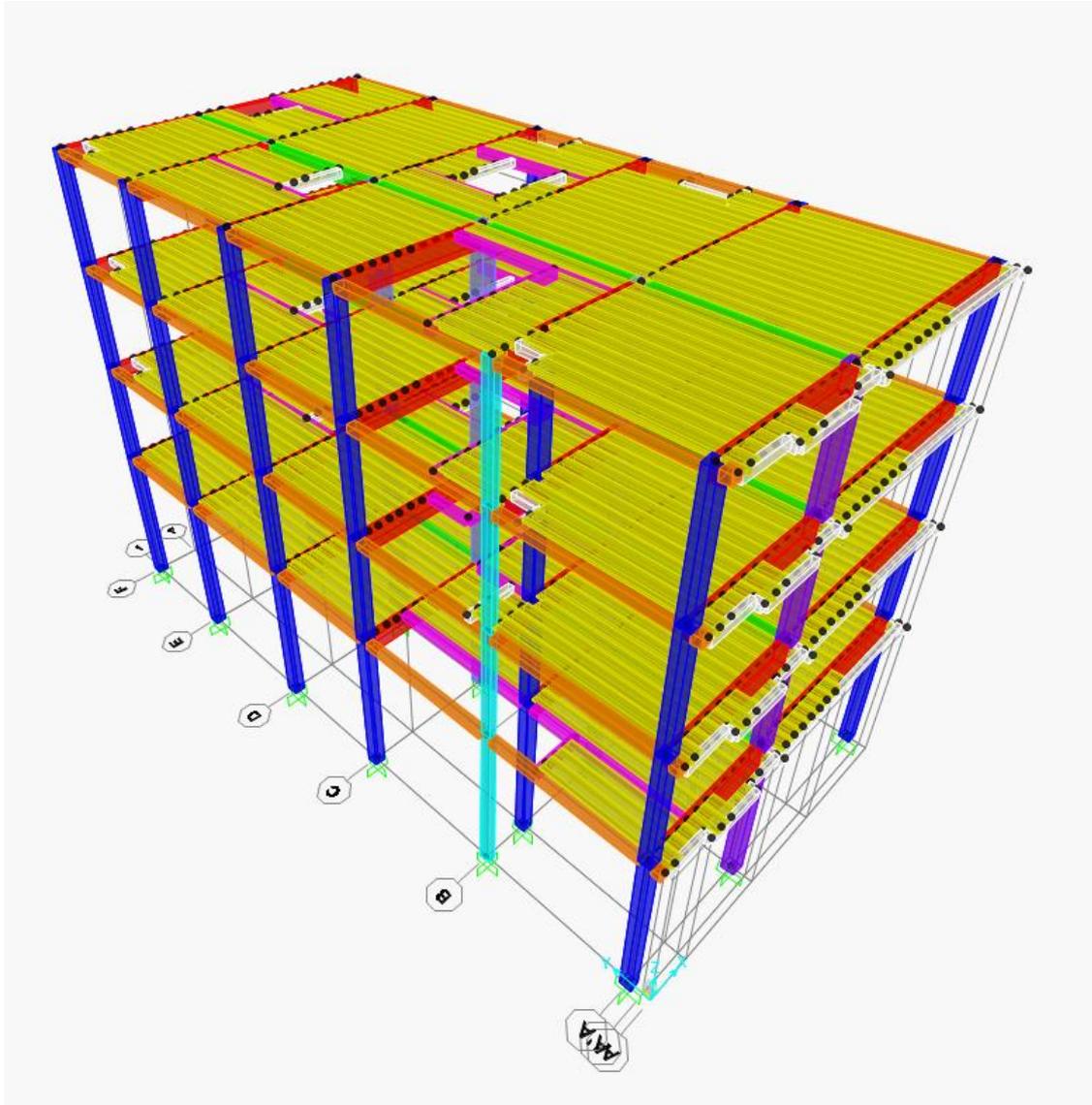
escala: 1/50

Fuente: Elaboración propia

C. Modelamiento Edificio de concreto armado

Anexo 21

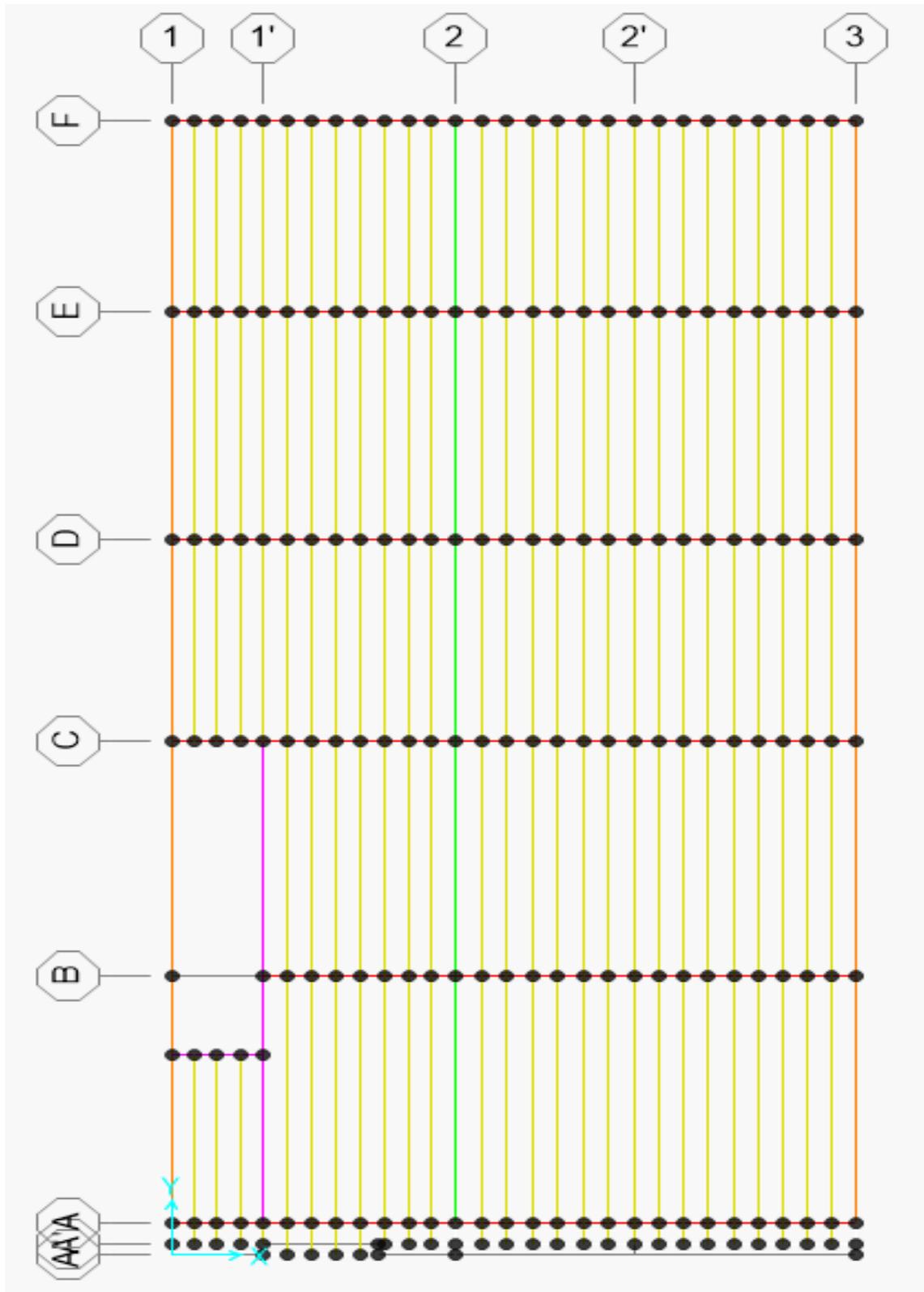
Vista extraída del modelamiento del edificio mediante el software SAP 2000



Fuente: SAP 2000

Anexo 12

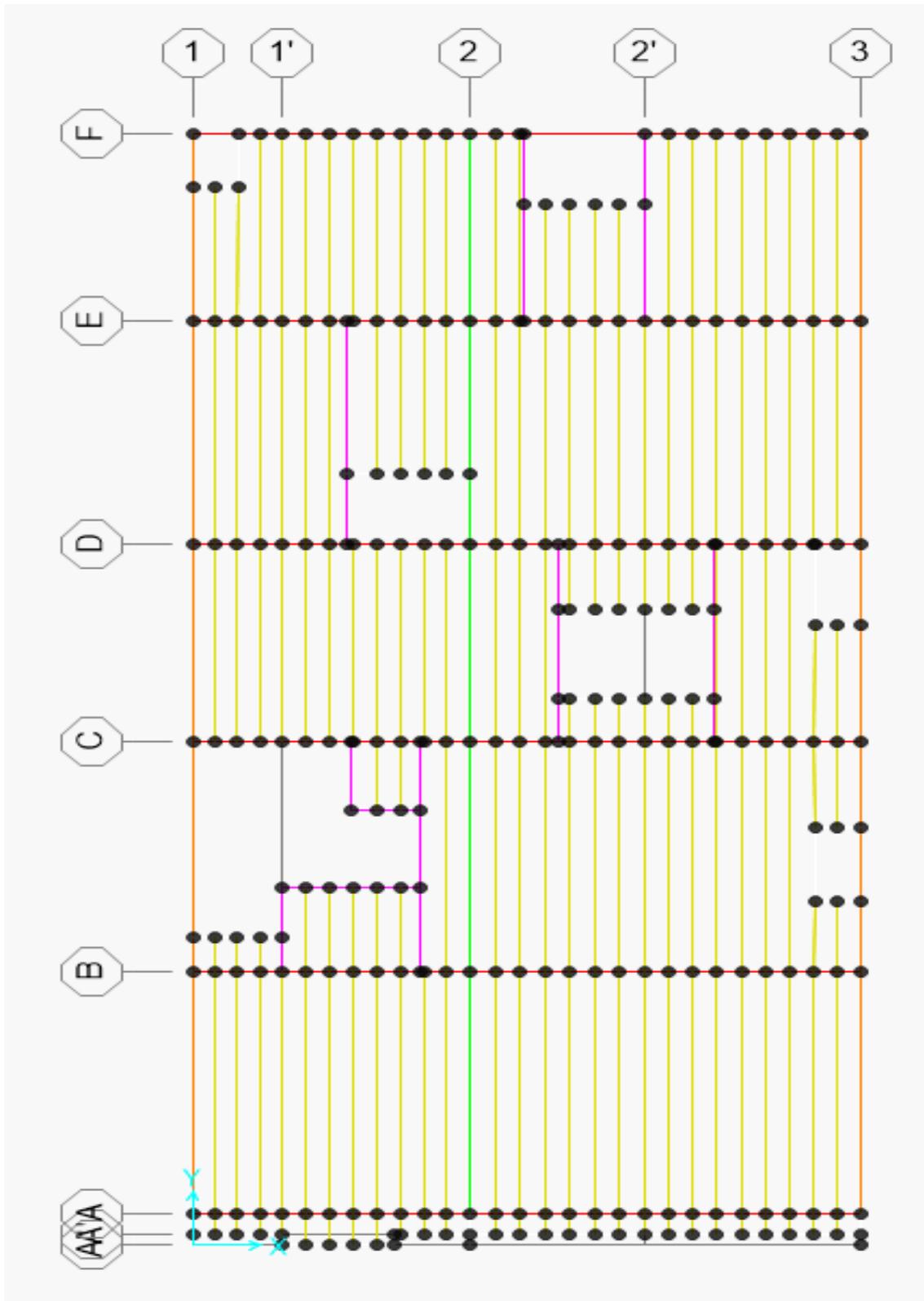
Vista en planta de losa del primer nivel



Fuente: SAP 2000

Anexo 13

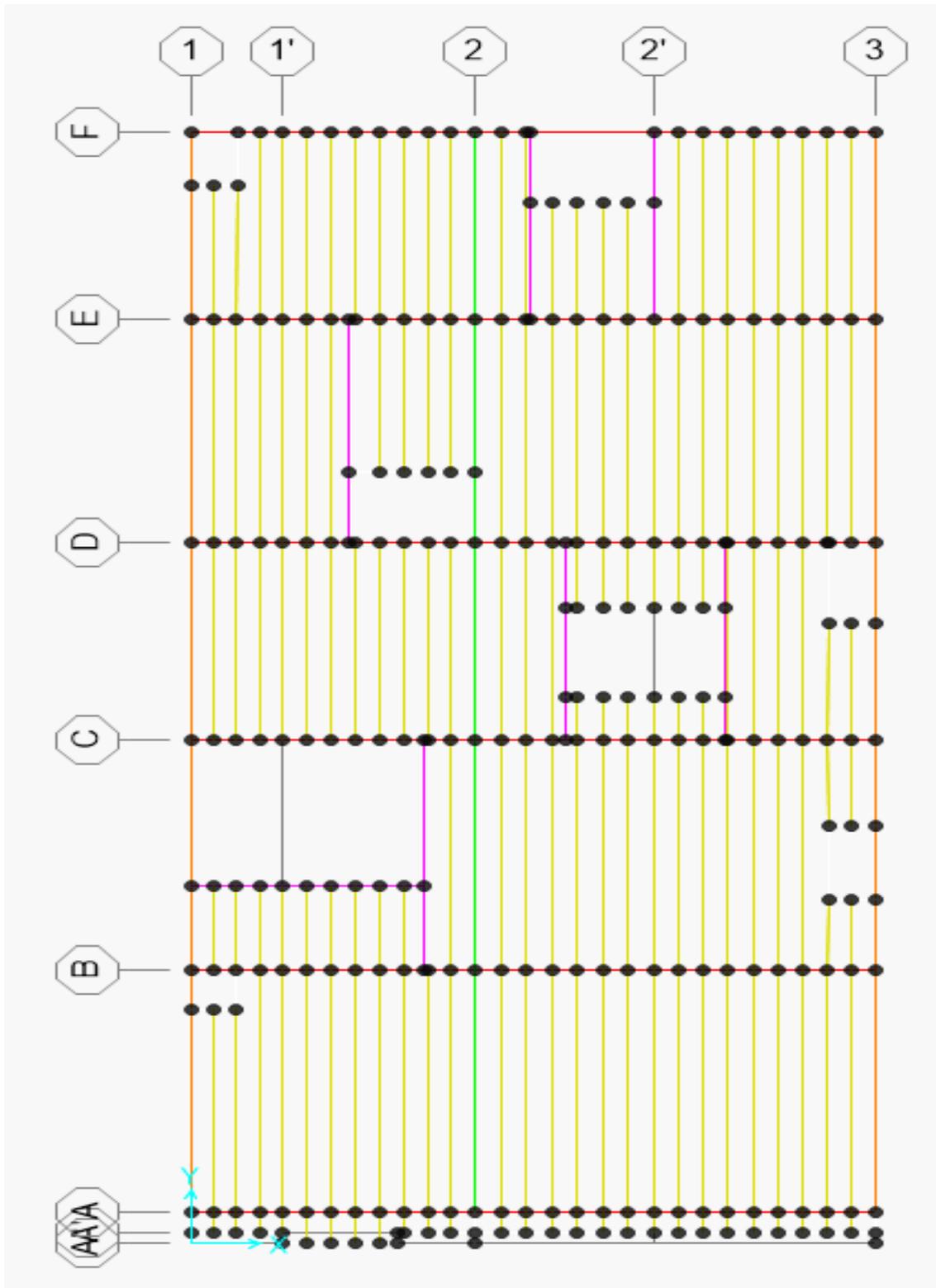
Vistas en planta de losa del segundo nivel



Fuente: SAP 2000

Anexo 14

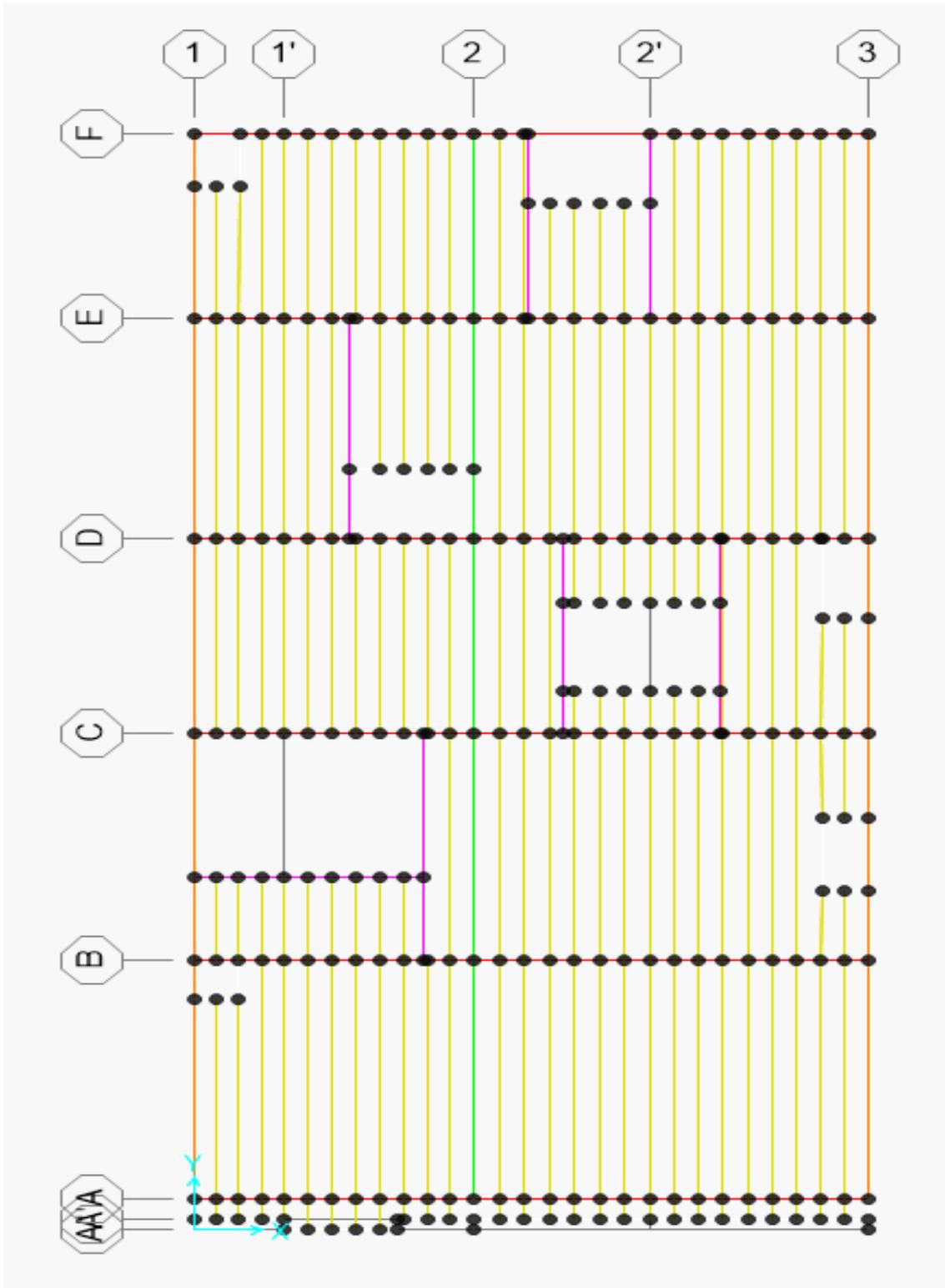
Vistas en planta de losa del tercer nivel



Fuente: SAP 2000

Anexo 15

Vistas en planta de losa del cuarto nivel



Fuente: SAP 2000

Anexo 16

Casos de Carga empleados

Define Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
LIVE	Linear Static
SEx	Linear Static
SEy	Linear Static
SDx	Response Spectrum
SDy	Response Spectrum
SDz	Response Spectrum

Click to:

- Add New Load Case...
- Add Copy of Load Case...
- Modify/Show Load Case...
- Delete Load Case

Display Load Cases

- Show Load Case Tree...

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 17

Casos de Carga de "SDx"

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDx [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination:

- CQC GMC f1: 1.0
- SRSS GMC f2: 0.0
- Absolute
- GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
- NRC 10 Percent
- Double Sum

Modal Load Case:

- Use Modes from this Modal Load Case: MODAL
- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute
- Scale Factor: []

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:

- Eccentricity Ratio: 0.0
- Override Eccentricities: [Override...]

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Espectro	15.696
Accel	U1	Espectro	15.696

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 18

Casos de Carga de "SDy"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDy [Set Def Name] [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

CQC GMC f1: 1. SRSS
 Absolute GMC f2: 0. CQC3
 GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	Espectro	17.658
Accel	U2	Espectro	17.658

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: SAP 2000

Anexo 19

Casos de Carga de "SDz"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDz [Set Def Name] [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

CQC GMC f1: 1. SRSS
 Absolute GMC f2: 0. CQC3
 GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U3	Espectro	6.54
Accel	U3	Espectro	6.54

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

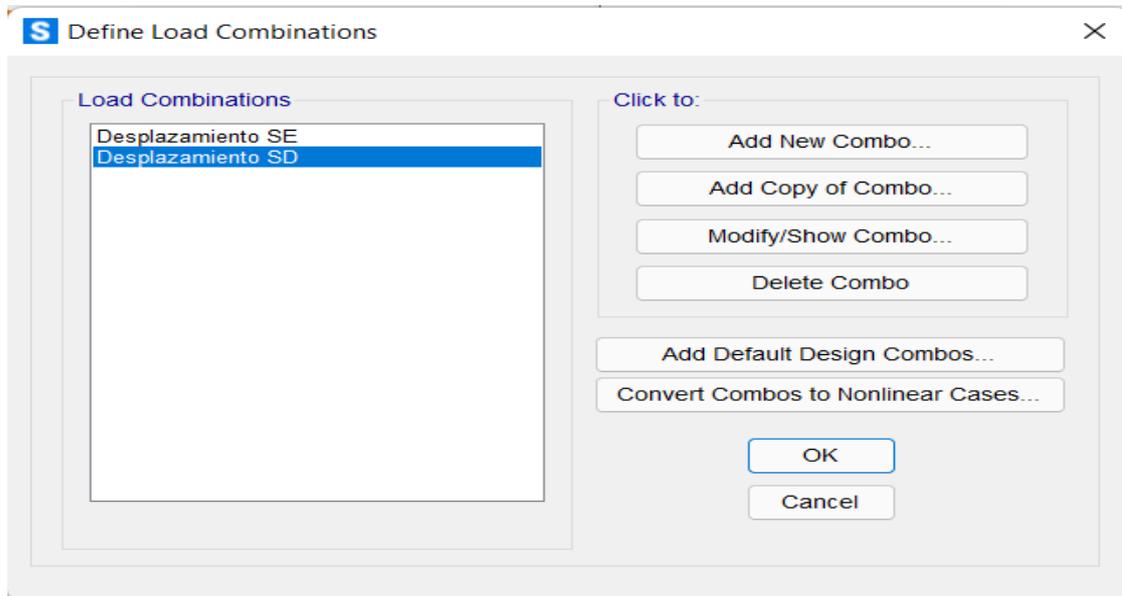
Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: SAP 2000

Anexo 20

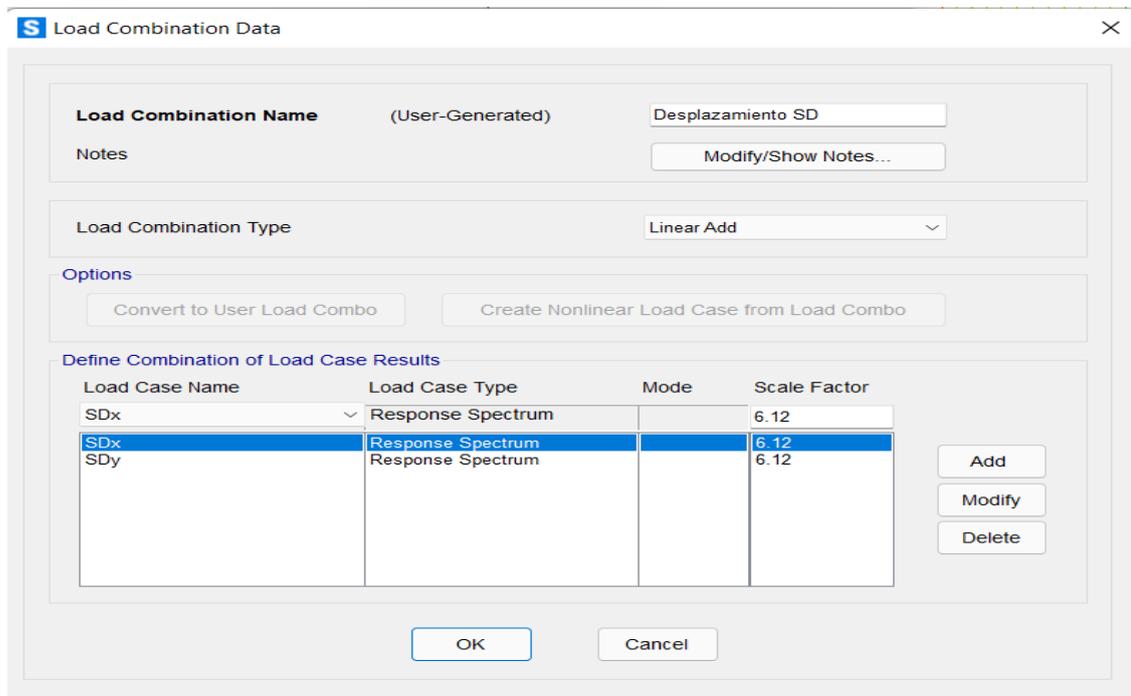
Combinaciones de Carga empleadas "SE" y "SD"



Fuente: SAP 2000

Anexo 21

Combinaciones de Carga de "Desplazamiento SD"



Fuente: SAP 2000

Anexo 22

Combinaciones de Carga de “Desplazamiento SE”

S Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) Desplazamiento SE

Notes

Load Combination Type Linear Add

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SEy	Linear Static		6.12
SEx	Linear Static		6.12
SEy	Linear Static		6.12

Fuente: SAP 2000

Anexo 23

Secciones de los elementos que componen la estructura original

S Frame Properties

Properties

Find this property:

Col 40x40

Col 15x30

Col 30x15

Col 30x30

Col 35x35

Col 40x40

Col. Circ.

FSEC1

VB (15x20)

Viga 20x20

Viga 25x30

Viga 25x50

Vigueta

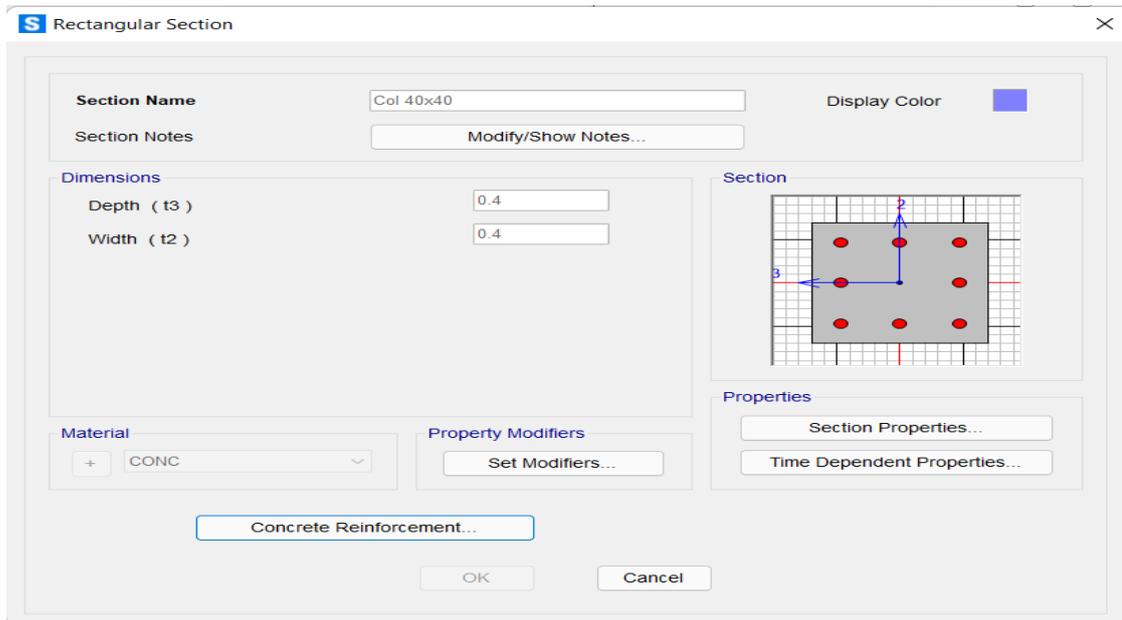
VS-01 (25x20)

Click to:

Fuente: SAP 2000

Anexo 24

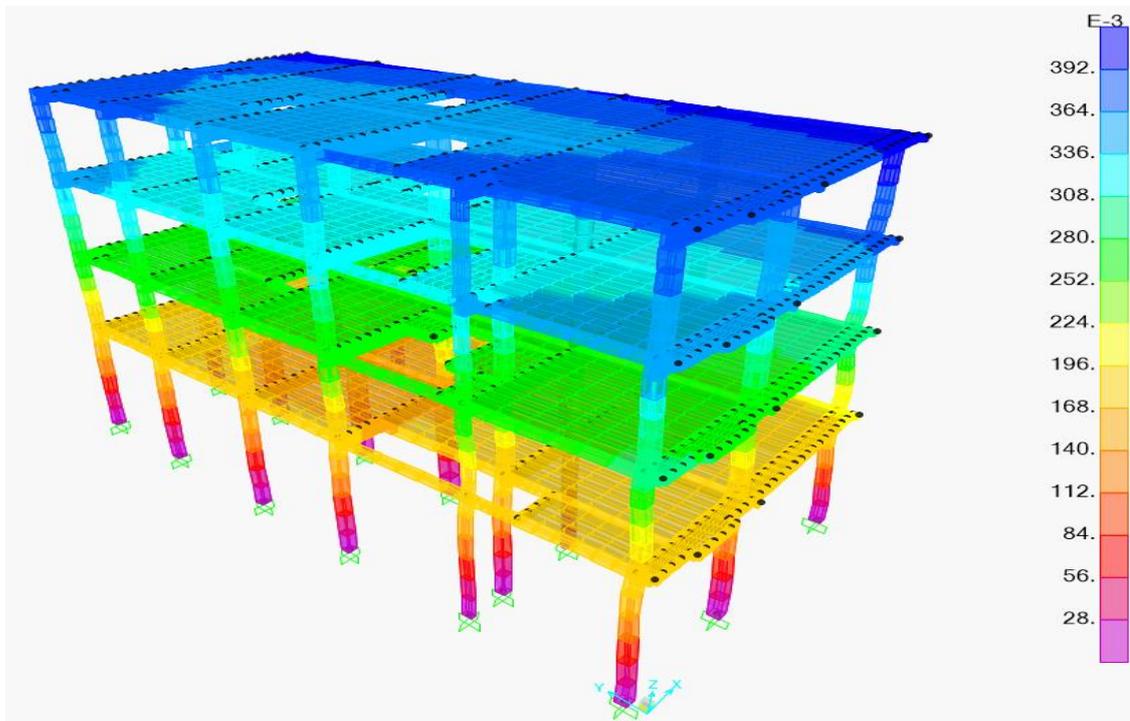
Secciones de la columna de 40cm x 40cm, con sus respectivas propiedades



Fuente: SAP 2000

Anexo 25

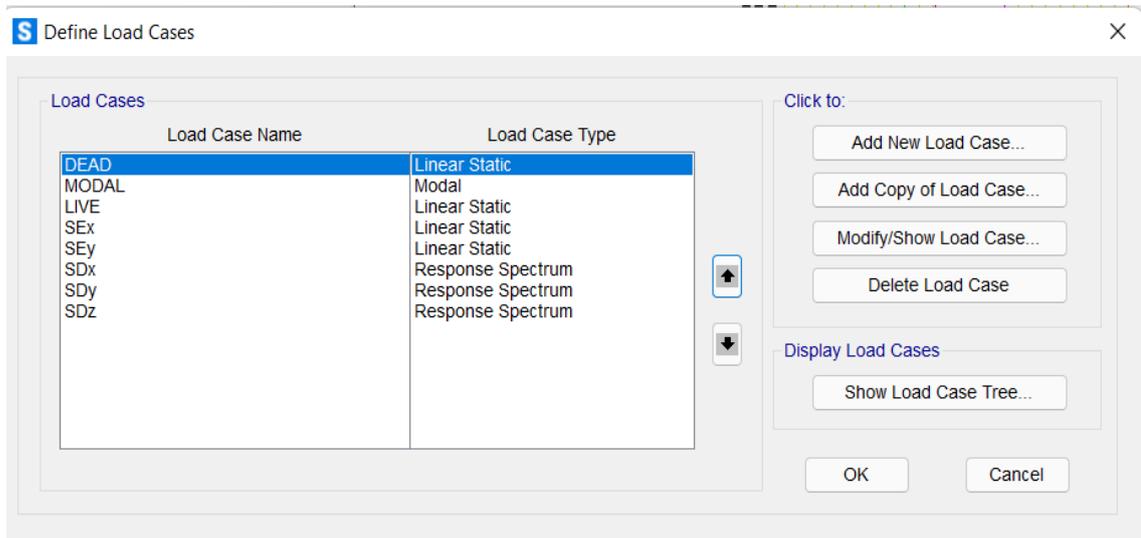
Deformada del edificio con sus respectivos valores



Fuente: SAP 2000

Anexo 27

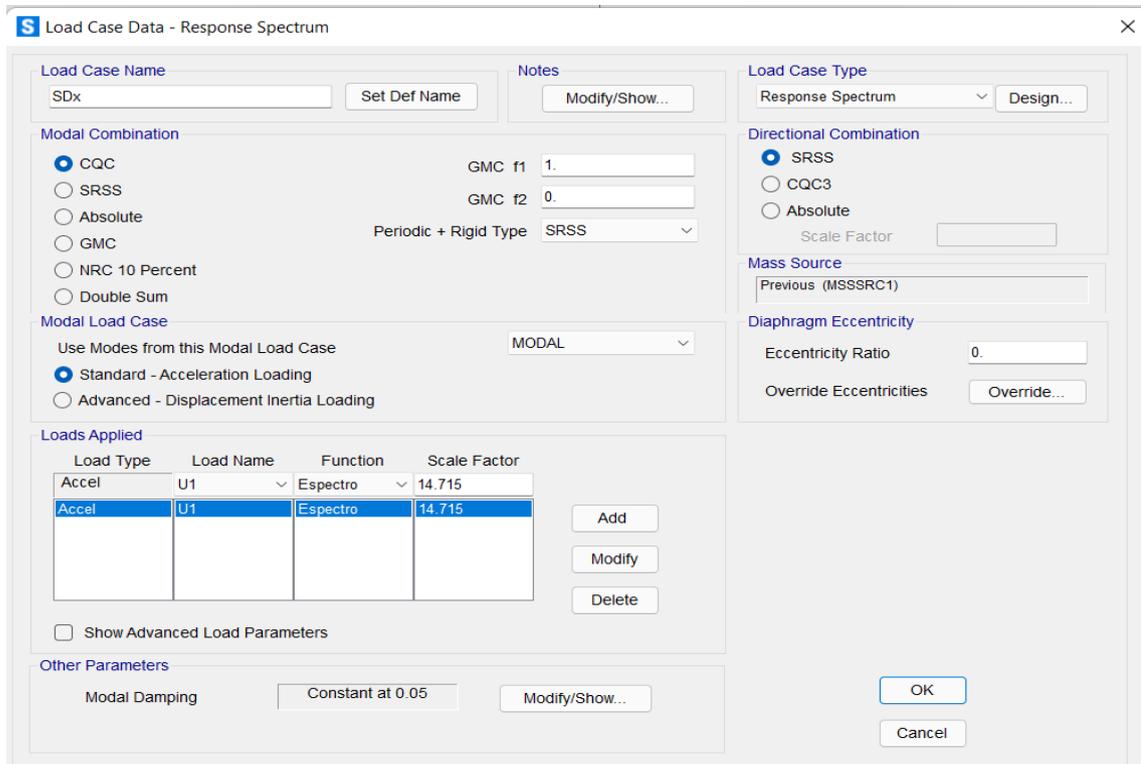
Casos de Carga empleados



Fuente: SAP 2000

Anexo 28

Casos de Carga de "SDx"



Fuente: SAP 2000

Anexo 29

Casos de Carga de "SDy"

The screenshot shows the 'Load Case Data - Response Spectrum' dialog box for a load case named 'SDy'. The 'Modal Combination' section has 'CQC' selected. The 'Directional Combination' section has 'SRSS' selected. The 'Loads Applied' table contains one entry: 'Accel' with 'U2' as the load name, 'Espectro' as the function, and a scale factor of '16.677'. The 'Modal Load Case' is set to 'MODAL' and 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Other Parameters' section shows 'Modal Damping' set to 'Constant at 0.05'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are visible at the bottom right.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	Espectro	16.677

Fuente: SAP 2000

Anexo 30

Casos de Carga de "SDz"

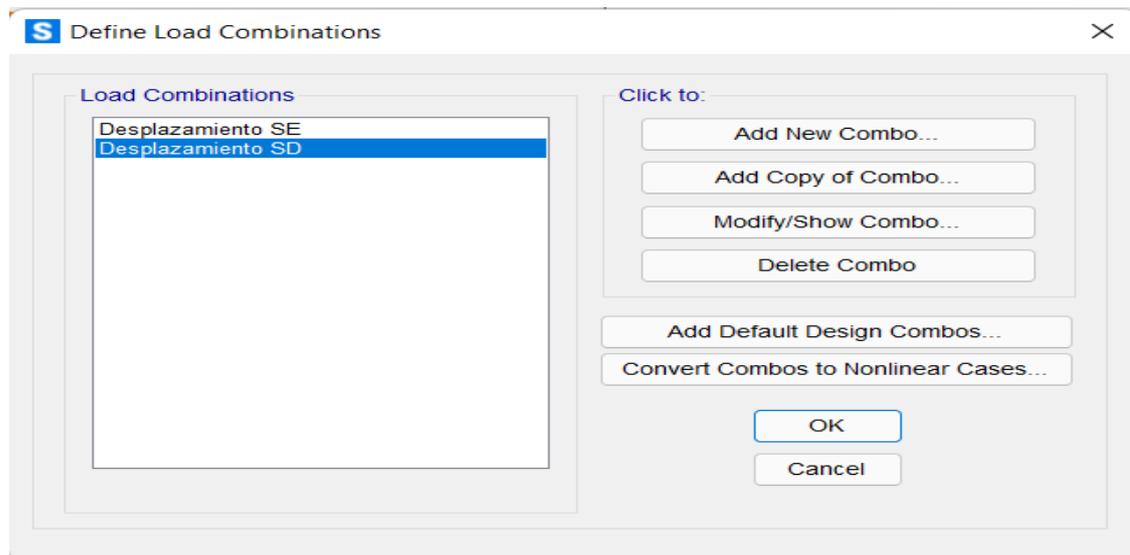
The screenshot shows the 'Load Case Data - Response Spectrum' dialog box for a load case named 'SDz'. The 'Modal Combination' section has 'CQC' selected. The 'Directional Combination' section has 'SRSS' selected. The 'Loads Applied' table contains one entry: 'Accel' with 'U3' as the load name, 'Espectro' as the function, and a scale factor of '6.54'. The 'Modal Load Case' is set to 'MODAL' and 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Other Parameters' section shows 'Modal Damping' set to 'Constant at 0.05'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are visible at the bottom right.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U3	Espectro	6.54

Fuente: SAP 2000

Anexo 31

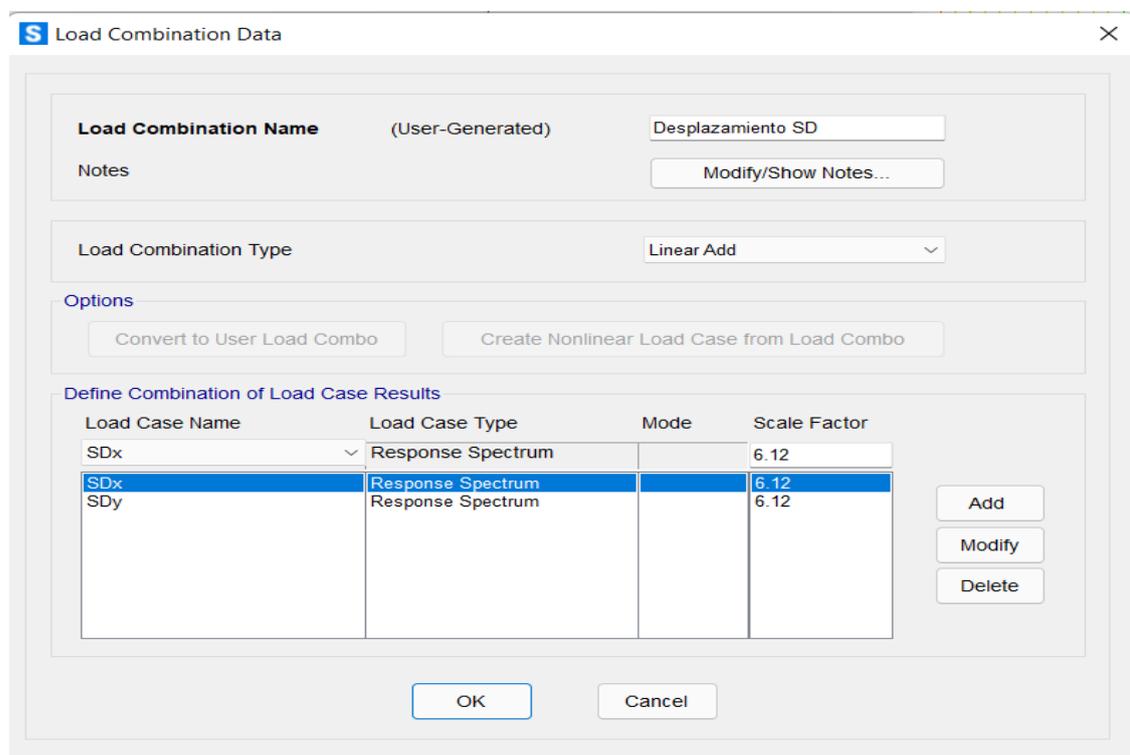
Combinaciones de Carga empleados



Fuente: SAP 2000

Anexo 32

Combinaciones de Carga de "Desplazamiento SD"



Fuente: SAP 2000

Anexo 33

Combinaciones de Carga de “Desplazamiento SE”

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SEy	Linear Static		6.12
SEx	Linear Static		6.12
SEy	Linear Static		6.12

Fuente: SAP 2000

Anexo 34

Secciones de los elementos que componen la estructura propuesta con aumento de sección

Frame Properties

Properties

Find this property:

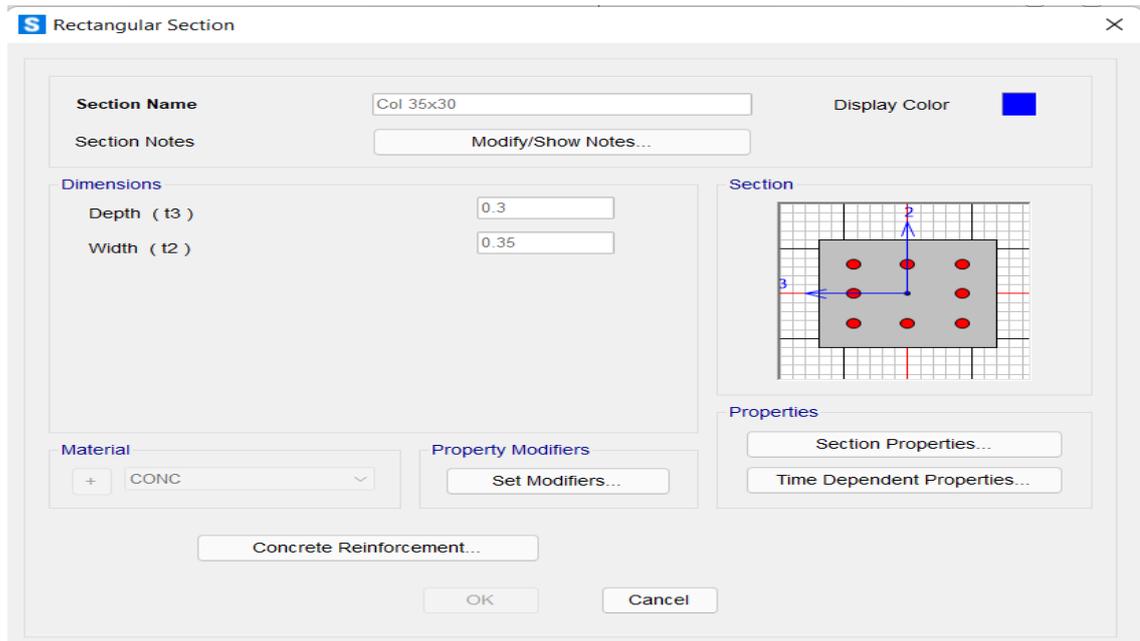
- Col 15x30
- Col 30x15
- Col 35x30
- Col 35x35
- Col 40x40
- Col. Circ.
- FSEC1
- VB (15x20)
- Viga 20x20
- Viga 25x30
- Viga 25x50
- Vigueta
- VS-01 (25x30)

Click to:

Fuente: SAP 2000

Anexo 35

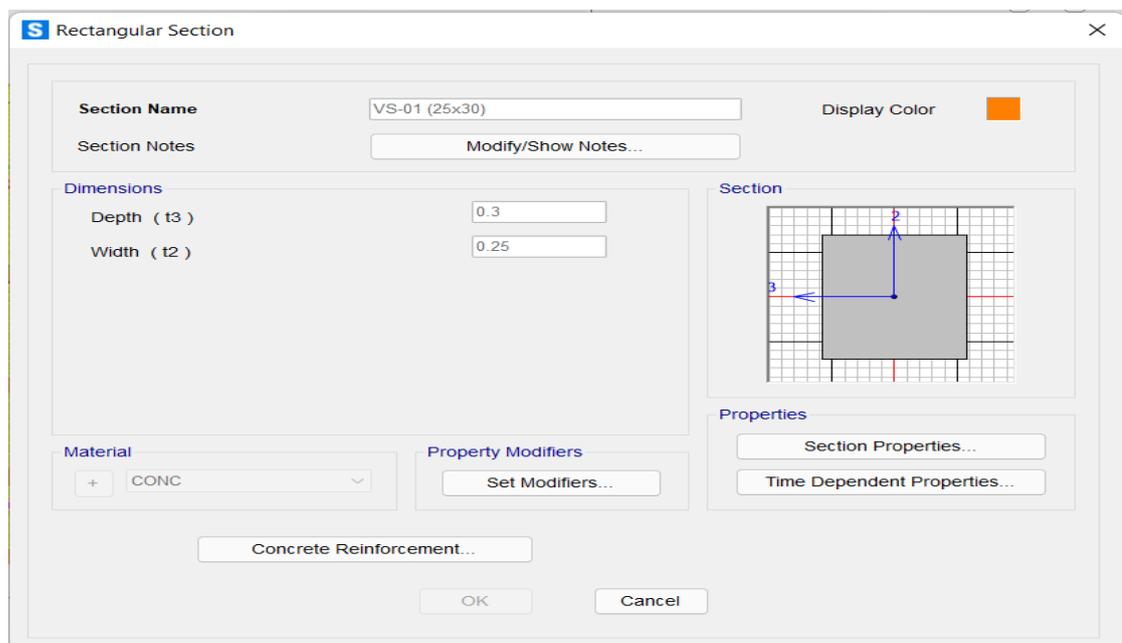
Secciones de la columna de 30cm x 35cm



Fuente: SAP 2000

Anexo 36

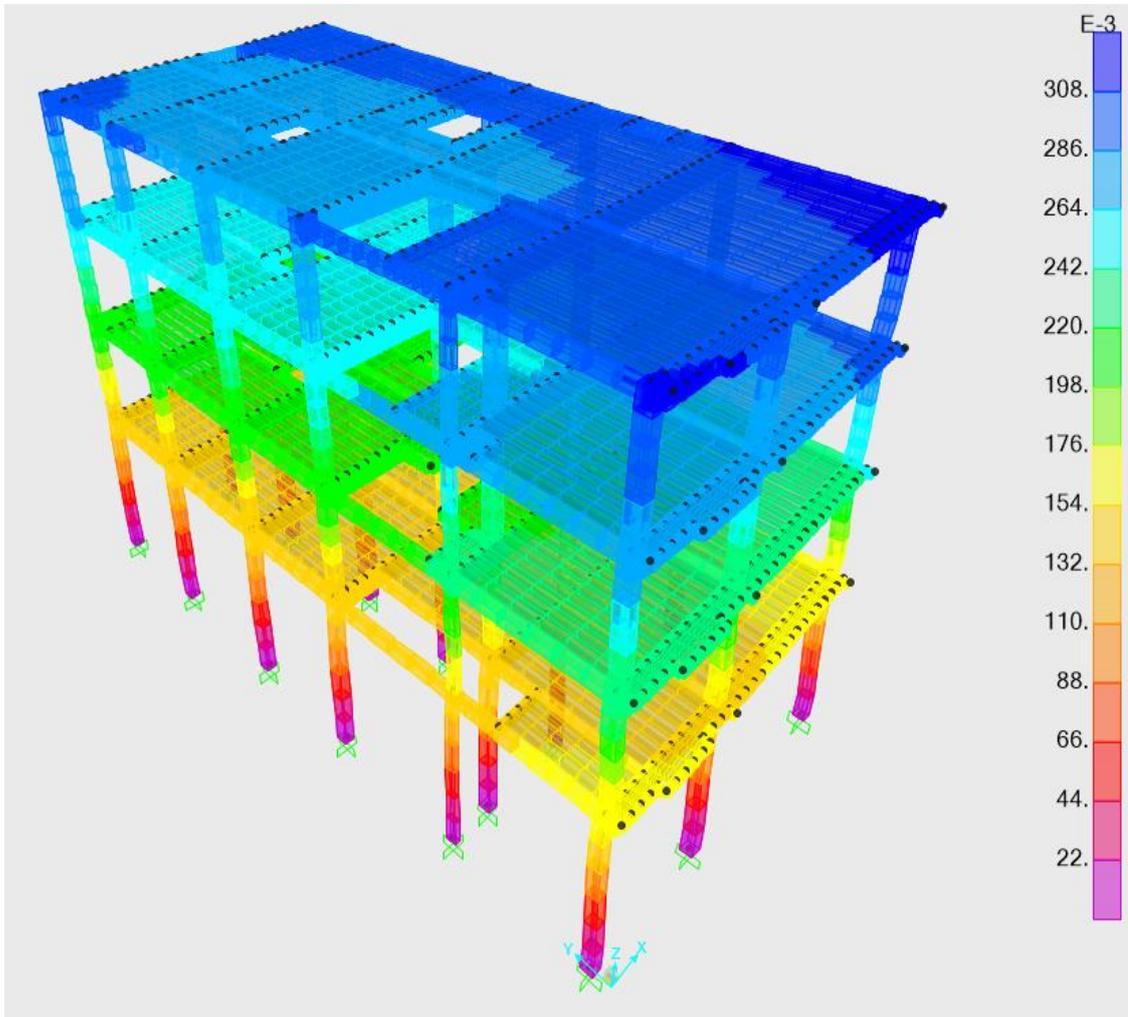
Secciones de la viga VS-01 de 25cm x 30cm



Fuente: SAP 2000

Anexo 37

Deformada del edificio propuesta 1 con sus respectivos valores

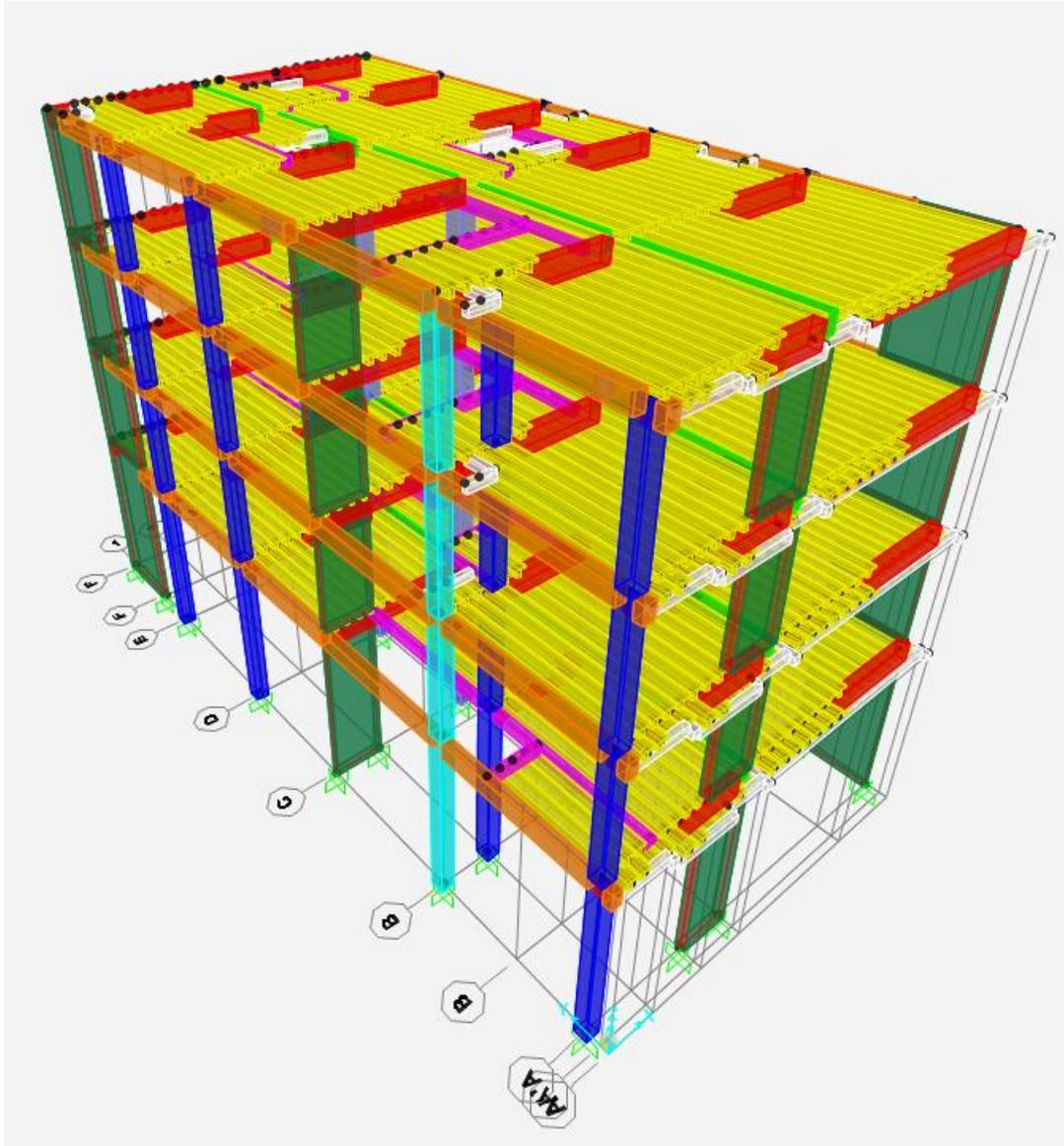


Fuente: SAP 2000

E. Modelamiento propuesta 02

Anexo 38

Vista extruida del modelamiento del edificio



Fuente: SAP 2000

Anexo 39

Casos de Carga empleados

S Define Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
LIVE	Linear Static
SEX	Linear Static
SEY	Linear Static
SDx	Response Spectrum
SDy	Response Spectrum
SDz	Response Spectrum

Click to:

- Add New Load Case...
- Add Copy of Load Case...
- Modify/Show Load Case...
- Delete Load Case

Display Load Cases

- Show Load Case Tree...

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 40

Casos de Carga de "SDx"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDx

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

GMC f1: 1.0
GMC f2: 0.0
Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case:

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute

Scale Factor: []

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:

Eccentricity Ratio: 0.0
Override Eccentricities: Override...

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Espect. R=6.	9.2214
Accel	U1	Espect. R=6.3	9.2214

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0.05

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 41

Casos de Carga de "SDy"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDy [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

CQC GMC f1: 1.0
 SRSS GMC f2: 0.0
 Absolute
 GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination

SRSS
 CQC3
 Absolute
Scale Factor: []

Mass Source

Previous (MSSSRC1): []

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio: 0.0
Override Eccentricities: [Override...]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	Espect. R=6.3	9.2214
Accel	U2	Espect. R=6.3	9.2214

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: SAP 2000

Anexo 42

Casos de Carga de "SDz"

S Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SDz [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

CQC GMC f1: 1.0
 SRSS GMC f2: 0.0
 Absolute
 GMC Periodic + Rigid Type: SRSS
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination

SRSS
 CQC3
 Absolute
Scale Factor: []

Mass Source

Previous (MSSSRC1): []

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio: 0.0
Override Eccentricities: [Override...]

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U3	Espect. R=6.3	6.54
Accel	U3	Espect. R=6.3	6.54

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

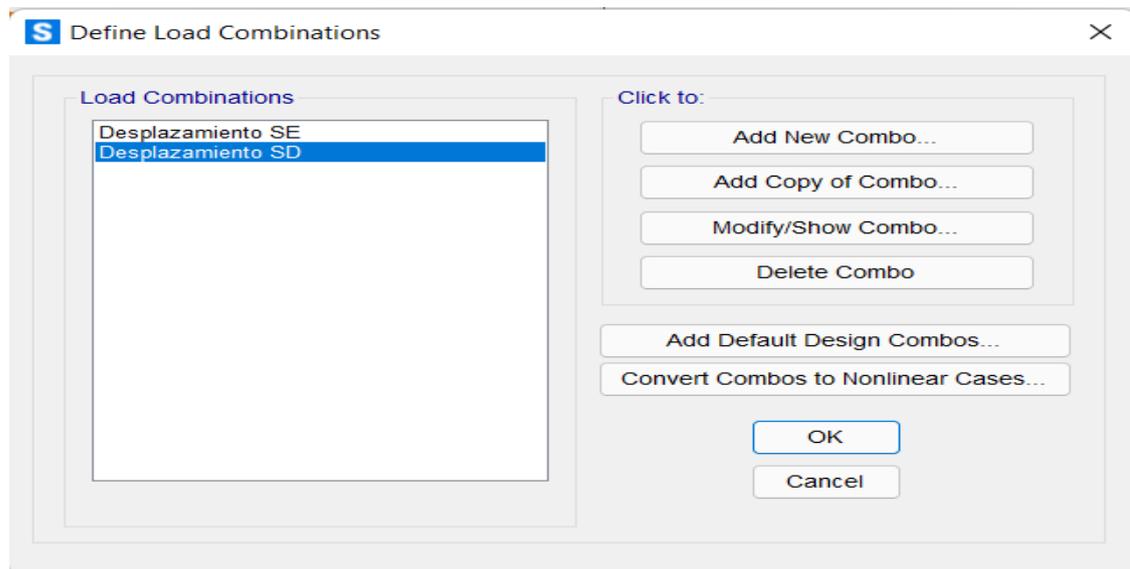
Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: SAP 2000

Anexo 43

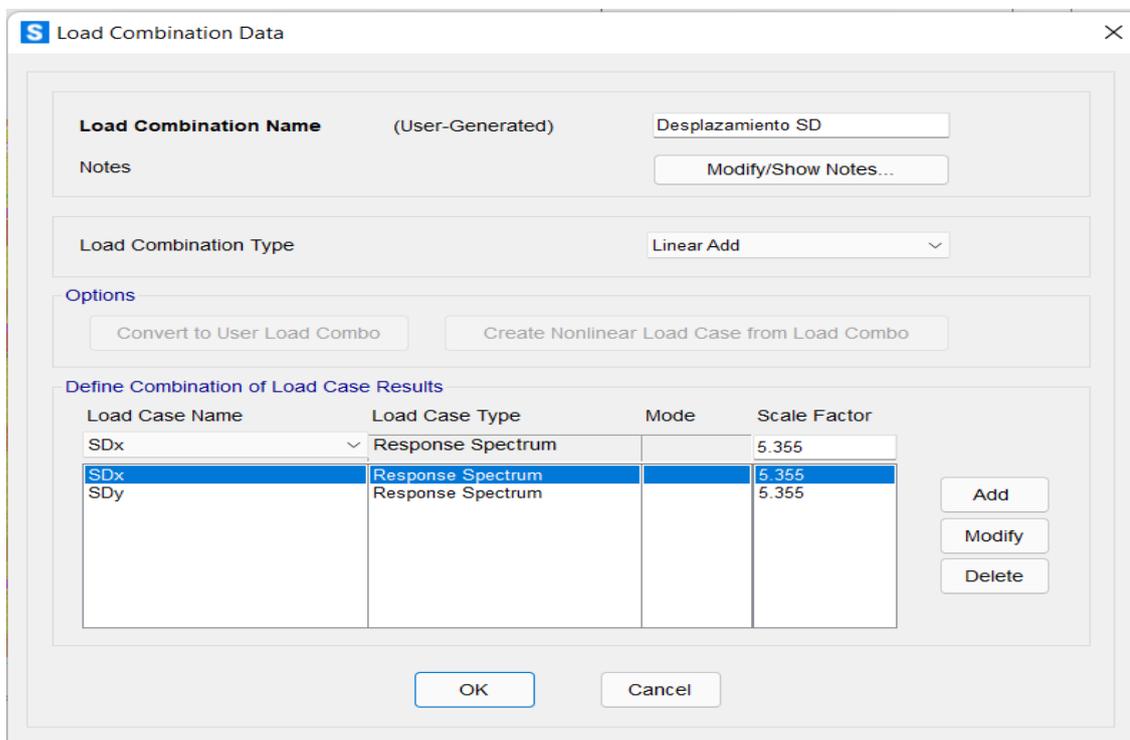
Combinaciones de Carga empleadas



Fuente: SAP 2000

Anexo 44

Combinaciones de Carga de "Desplazamiento SD" en el software SAP 2000



Fuente: SAP 2000

Anexo 45

Combinaciones de Carga de “Desplazamiento SE”

S Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) Desplazamiento SE

Notes

Load Combination Type Linear Add

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SEx	Linear Static		5.355
SEy	Linear Static		5.355
SEz	Linear Static		5.355

Fuente: SAP 2000

Anexo 46

Secciones de los elementos que componen la estructura propuesta con placas

S Frame Properties

Properties

Find this property:

Col 40x40

- Col 15x30
- Col 30x15
- Col 30x30
- Col 35x35
- Col 40x40
- Col. Circ.
- FSEC1
- VB (15x20)
- Viga 20x20
- Viga 25x30
- Viga 25x50
- Vigueta
- VS-01 (25x20)

Click to:

Fuente: SAP 2000

Anexo 47

Secciones de la columna de 40cm x 40cm

S Rectangular Section

Section Name: Col 40x40 Display Color: [Blue]

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Depth (t3): 0.4

Width (t2): 0.4

Section

Properties: Section Properties..., Time Dependent Properties...

Material: + CONC

Property Modifiers: Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 48

Secciones de las placas adicionadas a la estructura ingresadas como Shells

S Shell Section Data

Section Name: Placas Display Color: [Green]

Section Notes: Modify/Show...

Type

Shell - Thin

Shell - Thick

Plate - Thin

Plate Thick

Membrane

Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness

Membrane: 0.25

Bending: 0.25

Material

Material Name: + CONC

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties

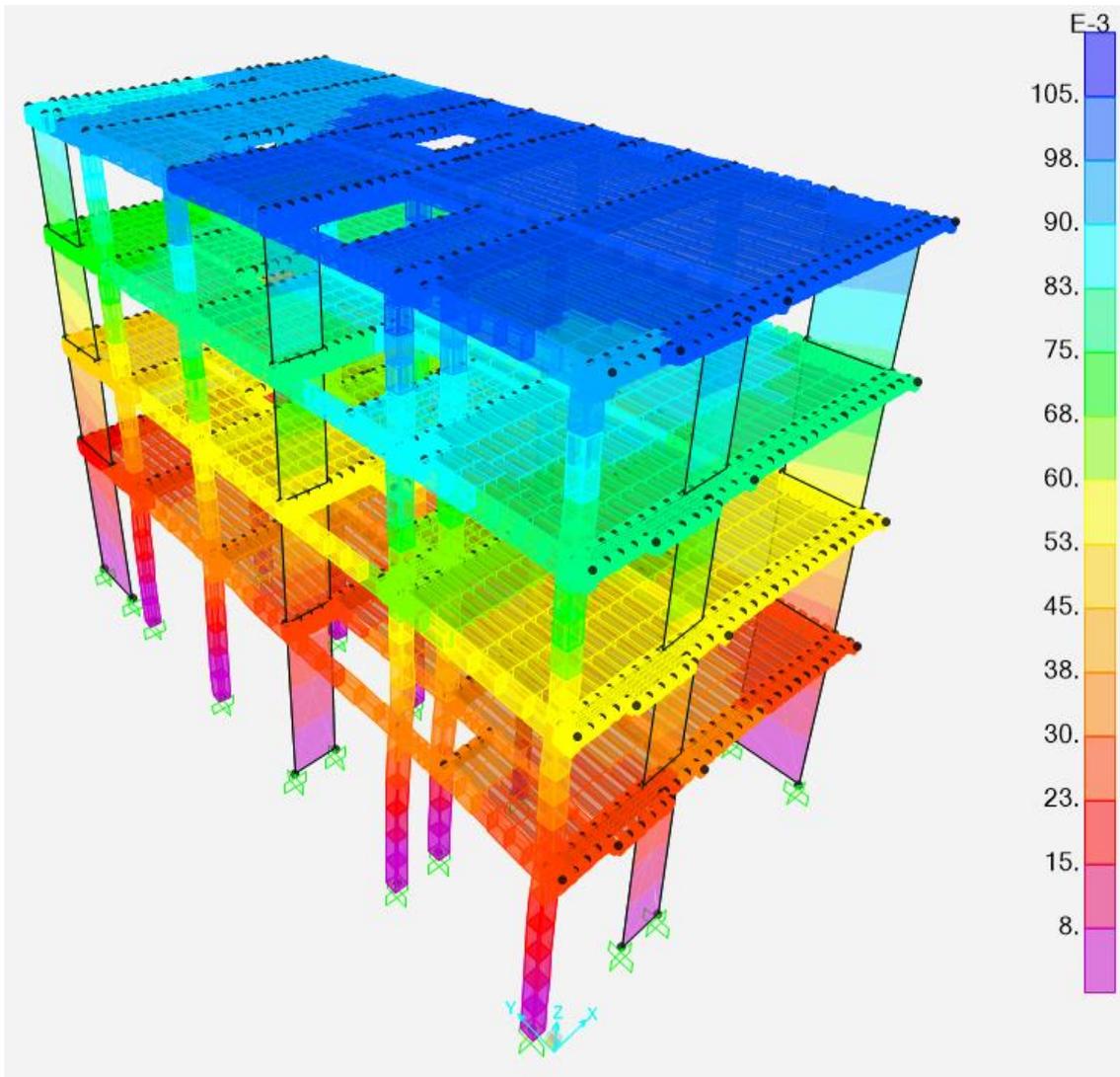
Thermal Properties...

OK Cancel

Fuente: SAP 2000

Anexo 49

Deformada del edificio con sus valores respectivos



Fuente: SAP 2000

Anexo 50

Visita de la Edificación “Las Flores”



Fuente: Elaboración propia

Anexo 51

Vista del interior de la edificación - 1 (Primer Piso)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 52

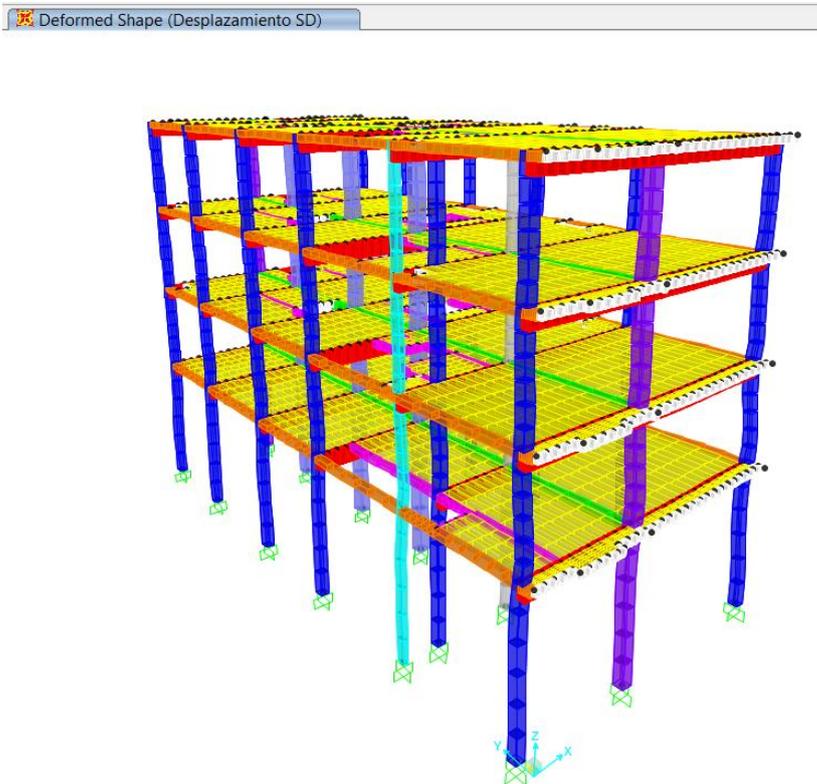
Vista del interior de la edificación - 2 (Primer Piso)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 53

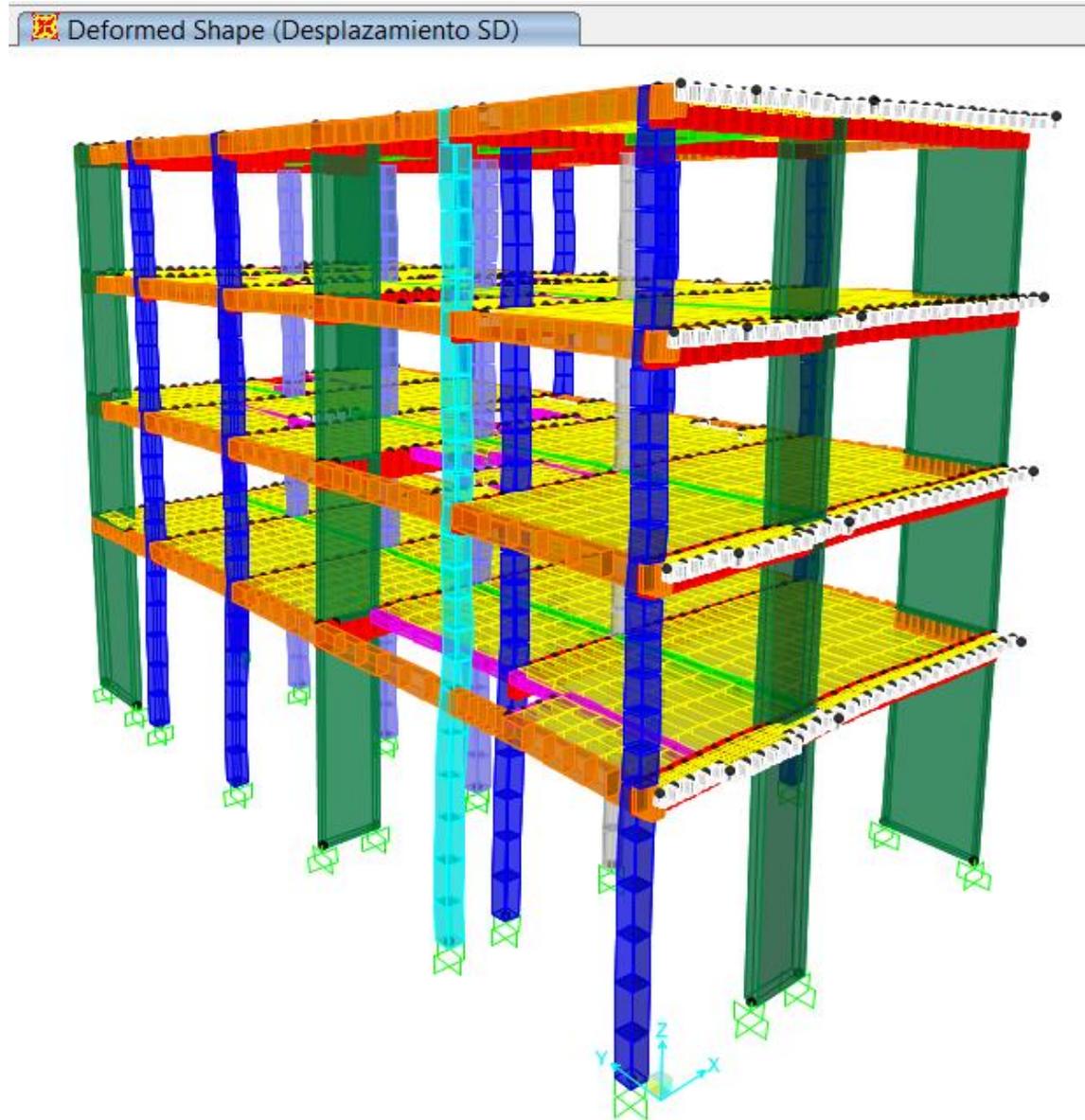
Deformación del Edificio construido por el análisis dinámico



Fuente: SAP 2000

Anexo 54

Deformación del Edificio propuesta 2 por el análisis dinámico



Fuente: SAP 2000